



**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**

---

**AUTOR:** Juan Sebastián Sánchez Álvarez

**TUTOR:** Ing. Alex Gustavo López Arboleda Mg.

**AMBATO - ECUADOR**

**Septiembre – 2022**

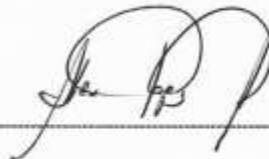
## CERTIFICACIÓN

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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Juan Sebastián Sánchez Álvarez, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805444005, 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, Juan Sebastián Sánchez Álvarez con C.I. 1805444005, 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 18+700 – 22+200 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



**Juan Sebastián Sánchez Álvarez**

**C.I. 1805444005**

**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 estipuladas por 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



---

**Juan Sebastián Sánchez Álvarez**

**C.I. 1805444005**

**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Juan Sebastián Sánchez Álvarez 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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a todas las personas que creyeron en mí, con su motivación y consejos, me enseñaron que para ser alguien en la vida debo ser una persona preparada.

A mi madre que desde pequeño me enseñó que, si voy a hacer algo, tengo que hacerlo bien.

A mi abuelita Elizabeth que siempre ha estado conmigo, le dedico mi trabajo porque ella siempre me apoyo en todas mis decisiones.

A mi padre, que desde pequeño me hizo entender que esta carrera es para mí, gracias a él nunca dude que mi más grande sueño es ser ingeniero civil.

A mi tía abuela Consuelito, que la mayor parte de mi vida viví con ella, le dedico mi trabajo ya que yo la considero mi madre.

A Jhosselyn que siempre me apoyo en todo el camino para obtener mi título.

Dedico mi trabajo a todos, porque este es el reflejo de todo mi esfuerzo a lo largo de mis años de estudio.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme salud y fuerzas para cumplir todas mis metas.

A mi madre que me apoyo cada año, siempre creyó que voy a llegar muy lejos, y gracias a ella aprendí hacer todo por mi cuenta.

A mi abuelita, que siempre me ayudo de todas las formas posibles, siendo un ejemplo para mí, me enseñó que tengo que esforzarme para lograr todas mis metas.

A mi padre, le agradezco por siempre apoyarme en todo lo que necesito, yo sé que verme ser un ingeniero civil es uno de sus más grandes sueños.

A mi tía abuela, le agradezco por siempre quererme como a un hijo, a pesar de mi mal humor y mis actitudes, siempre he sido su más grande orgullo.

Agradezco al Ing. Alex López por compartirme todos sus conocimientos y ser mi guía en todo el proceso de titulación.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato por permitirme graduar en esta prestigiosa Universidad.

## 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 .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1    Antecedentes Investigativos .....	1
1.2    Objetivos .....	23
1.2.1    Objetivo general .....	23
1.2.2    Objetivos específicos .....	23
CAPITULO II .....	24
METODOLOGÍA .....	24
2.1    Materiales .....	24
2.2    Métodos .....	27
2.2.1    Investigación documental .....	27
2.2.2    Investigación de campo.....	27
2.2.3    Investigación de laboratorio.....	28
2.2.4    Plan de recolección de datos .....	28



2.2.5	Plan de procesamiento y análisis de resultados.....	30
CAPITULO III.....		31
3.1	Análisis y discusión de los resultados .....	31
3.1.1	Ubicación del proyecto .....	31
3.1.2	Levantamiento georreferenciado.....	32
3.1.3	Estudio del tráfico .....	33
3.1.3.1	Conteo vehicular.....	33
3.1.3.2	Formato de conteo vehicular .....	33
3.1.3.3	Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	34
3.1.3.4	Cálculo del tráfico futuro .....	41
3.1.3.5	Cálculo de ejes equivalentes.....	44
3.1.4	Cálculo del Índice de condición del pavimento (PCI) .....	48
3.1.4.1	Unidades de muestreo .....	48
3.1.4.2	Sección y área de cada muestreo .....	51
3.1.4.3	Formato para evaluación del Índice de la condición del pavimento (PCI) 52	
3.1.4.4	Resultados del Índice de condición del pavimento .....	53
3.1.5	Deflexión del Pavimento por medio de la Viga Benkelman.....	55
3.1.5.1	Corrección por Relación de Brazos de la Viga Benkelman .....	55
3.1.5.2	Corrección de deflexiones por temperatura.....	56
3.1.5.3	Corrección por Estacionalidad .....	57
3.1.5.4	Cálculo del Radio de Curvatura .....	59
3.1.5.5	Cálculo de la Deflexión Característica .....	60
3.1.5.6	Cálculo de la deflexión admisible .....	61
3.1.5.7	Cálculo de la Deflexión Crítica.....	62

3.1.5.8	Tipos de Deflexiones.....	62
3.1.5.9	Resultados del ensayo Deflexiones por la Viga Benkelman.....	63
3.1.6	Análisis del Estudio de suelos.....	64
3.1.6.1	Análisis Granulométrico.....	65
3.1.6.2	Límites de Atterberg.....	66
3.1.6.3	Proctor Modificado Tipo B .....	66
3.1.6.4	Ensayo de Soporte de California CBR .....	67
3.1.7	Plan de conservación vial.....	68
3.1.7.1	Mantenimiento vial.....	70
CAPITULO IV .....		73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		73
4.1	Conclusiones .....	73
4.2	Recomendaciones .....	74
MATERIALES DE REFERENCIA .....		75
Referencias Bibliográficas.....		75
Anexos.....		79

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Clasificación cualitativa de la condición del pavimento.....	6
<b>Tabla 2:</b> Tipos de fallas en pavimentos.....	7
<b>Tabla 3:</b> Longitud de unidad de muestreo.....	11
<b>Tabla 4:</b> Nivel de intervención en el pavimento .....	12
<b>Tabla 5:</b> Clasificación del suelo según la AASHTO.....	17
<b>Tabla 6:</b> Clasificación de suelos por el método SUCS .....	18
<b>Tabla 7:</b> Materiales y Equipos utilizados en el proyecto .....	24
<b>Tabla 8:</b> Especificación del equipo de trabajo .....	26
<b>Tabla 9:</b> Normativa para ensayos de laboratorio.....	28
<b>Tabla 10:</b> Plan de recolección de datos .....	29
<b>Tabla 11:</b> Coordenadas inicio y fin del proyecto .....	31
<b>Tabla 12:</b> Datos obtenidos del levantamiento georreferenciado .....	32
<b>Tabla 13:</b> Ubicación de la estación de Conteo.....	33
<b>Tabla 14:</b> Resumen del conteo vehicular .....	35
<b>Tabla 15:</b> Volumen horario del proyecto .....	36
<b>Tabla 16:</b> Valores de K según la zona.....	38
<b>Tabla 17:</b> TPDA actual .....	38
<b>Tabla 18:</b> Tráfico atraído total .....	39
<b>Tabla 19:</b> TPDA TOTAL.....	40
<b>Tabla 20:</b> Índice de Crecimiento del tránsito.....	41
<b>Tabla 21:</b> Tráfico futuro de la vía Patate-Baños .....	42
<b>Tabla 22:</b> Clasificación de la carretera según el Tráfico futuro .....	43
<b>Tabla 23:</b> Clasificación funcional de la carretera según el tráfico futuro .....	43
<b>Tabla 24:</b> Factores de daño para cada tipo de vehículo.....	45
<b>Tabla 25:</b> Factores de distribución direccional .....	45
<b>Tabla 26:</b> Porcentaje de W18 por carril .....	46
<b>Tabla 27:</b> Ejes equivalentes de la vía Patate-Baños.....	47
<b>Tabla 28:</b> Datos para cálculo de unidades de muestreo .....	48
<b>Tabla 29:</b> Abscisas y áreas en unidades de muestreo.....	52

<b>Tabla 30:</b> Resultados del Ensayo PCI.....	54
<b>Tabla 31:</b> Deflexiones obtenidas de la Viga Benkelman .....	55
<b>Tabla 32:</b> Deflexiones corregidas por Relación de Brazos de Viga Benkelman .....	56
<b>Tabla 33:</b> Deflexiones corregidas por Temperatura.....	57
<b>Tabla 34:</b> Factores de Corrección por Estacionalidad .....	58
<b>Tabla 35:</b> Deflexiones corregidas por Estacionalidad.....	58
<b>Tabla 36:</b> Radios de Curvatura .....	59
<b>Tabla 37:</b> Desviación Estándar para Deflexiones Recuperables.....	60
<b>Tabla 38:</b> Ecuaciones para Deflexión Característica .....	61
<b>Tabla 39:</b> Tipo de Deflexiones.....	62
<b>Tabla 40:</b> Deflexión del Pavimento en la vía Patate-Baños.....	63
<b>Tabla 41:</b> Ubicación de las calicatas de la vía Patate-Baños .....	65
<b>Tabla 42:</b> Análisis Granulométrico del Suelo .....	65
<b>Tabla 43:</b> Resultados Límites de Atterberg.....	66
<b>Tabla 44:</b> Resultados del Ensayo Proctor Modificado.....	67
<b>Tabla 45:</b> Clasificación del suelo según el CBR.....	67
<b>Tabla 46:</b> Resultados del Ensayo CBR .....	68
<b>Tabla 47:</b> Resumen de las fallas presentes en el Pavimento .....	69
<b>Tabla 48:</b> Mantenimiento vial según el PCI.....	70
<b>Tabla 49:</b> Mantenimiento Rutinario de Carreteras.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Funcionamiento de la viga Benkelman .....	13
<b>Figura 2:</b> Estructura del pavimento.....	21
<b>Figura 3:</b> Ubicación del tramo de vía Patate-Baños .....	31
<b>Figura 4:</b> Formato para conteo vehicular.....	34
<b>Figura 5:</b> Histograma del conteo vehicular semanal.....	36
<b>Figura 6:</b> TPDA total para cada tipo de vehículo .....	41
<b>Figura 7:</b> Dimensiones de vías de capacidad media .....	44
<b>Figura 8:</b> Formato para evaluación del PCI.....	53
<b>Figura 9:</b> Deflectograma de la vía Patate-Baños .....	64

## RESUMEN

La calidad de la infraestructura vial de un pueblo es un pilar fundamental para la integración de varios sectores, la gran producción agrícola de Patate y el turismo generado por el cantón Baños han sido los factores que influyen directamente en la necesidad de tener una red vial en las mejores condiciones de operación, proporcionando comodidad y seguridad a todos los usuarios.

Para el presente proyecto se realizó un levantamiento Georreferenciado de la vía con la ayuda de una cinta métrica y un GPS, se recolectó un total de 376 puntos, datos plasmados en un modelo digital. Se realizó un conteo manual en la zona con mayor movilidad vehicular durante 12 horas de lunes a Domingo, obteniendo un tráfico futuro de 20670 veh/día, valor que clasifica a la vía como una Autovía o carretera multicarril AV1. Se determinó el índice de condición del pavimento (PCI), el cual dio como resultado 71.20, valor que califica al pavimento como Muy Bueno. Se determinó las deflexiones del pavimento cada 200 metros, encontrando que la vía presenta deflexiones tipo I con un comportamiento de la subrasante y del pavimento de buena calidad. Se recolectó 3 muestras de suelo para realizar ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR, clasificando al suelo como una arena limosa (SM) de calidad Regular-Buena y uso exclusivo para subrasante. Mediante los resultados obtenidos en las distintas investigaciones se planificó un Mantenimiento Rutinario, el cual se lo realizará mínimo una vez al año y su objetivo será conservar en óptimas condiciones la vía Patate-Baños.

**Palabras clave:** Levantamiento Georreferenciado, Conteo vehicular, PCI, Viga Benkelman, Mantenimiento Rutinario.

## ABSTRACT

The quality of the road infrastructure of a town is a fundamental pillar for the integration of several sectors, the large agricultural production of Patate and the tourism generated by the Canton of Baños have been the factors that directly influence the need to have a road network in the best operating conditions, providing comfort and safety to all users.

For the present project, a Georeferenced survey of the road was carried out with the help of a tape measure and a GPS, a total of 376 points were collected, data reflected in a digital model. A manual count was carried out in the area with the highest vehicular mobility for 12 hours from Monday to Sunday, obtaining a future traffic of 20670 veh/day, a value that classifies the road as a highway or multilane road AV1. The pavement condition index (PCI) was determined, which resulted in 71.20, a value that qualifies the pavement as Very Good. The deflections of the pavement were determined every 200 meters, finding that the road presents type I deflections with a behavior of the subgrade and the pavement of good quality. 3 soil samples were collected to perform granulometry tests, Atterberg limits, Modified Proctor and CBR, classifying the soil as a silty sand (SM) of Regular-Good quality and exclusive use for subgrade. Through the results obtained in the different investigations, a Routine Maintenance was planned, which will be carried out at least once a year and its objective will be to preserve the Patate-Baños road in optimal conditions.

**Keywords:** Georeferenced Survey, Vehicle Counting, PCI, Benkelman Beam, Routine Maintenance.

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Antecedentes Investigativos

En el mundo moderno la calidad de la infraestructura de transporte es un factor clave en el desarrollo socioeconómico de cualquier país en crecimiento, consolidándose no solo como un motor de desarrollo, sino como uno de los activos más importantes del sector público. América Latina y el Caribe se han despreocupado en lo referente a mantenimiento vial, por lo que el nivel de servicio de su red de transporte no ha tenido una buena aceptación de parte de la población. Se ha buscado soluciones como gestionar el ciclo de vida de carreteras, generando un fondo económico en inversiones viales para lograr un desarrollo sostenible en el país. [1]

La despreocupación de los países en lo referente a mantenimiento de su red vial se relaciona directamente con las pérdidas anuales que fluctúan entre el 1% y 3% del Producto Interno Bruto. Se considera que las principales causas son los sobrecostos de operación de vehículos y reconstrucción de vías terrestres que en su momento pudieron haber sido evitadas. [2]

Según la Corporación Andina de Fomento (2010), nos habla acerca de la importancia del mantenimiento de carreteras en los últimos años. El transporte es un pilar fundamental para garantizar la capacidad exportadora de un país, ayudando a promover su desarrollo y mejorando la calidad de vida de todos los habitantes. Es por ello que los países Sudamericanos han hecho un gran esfuerzo por mejorar las redes viales, impulsando el comercio y la integración de varios sectores. [3]

El proyecto Mantenimiento vial en Paraguay se ha enfocado en su crecimiento económico, el cual implica tener una correcta infraestructura vial para ampliar el comercio y reducir costos. La ejecución de 623 km de contratos de mantenimiento vial y los 144 km de caminos secundarios rehabilitados ha producido que el aumento en el tráfico supere el 2.5% esperado a ubicarse en 7% anual. Gracias a la mejora en la vialidad del país, los



usuarios han experimentado una rebaja de costos operativos de alrededor del 40% en las áreas objetivo, incluyendo tiempos de viaje más cortos y seguros. [4]

Los costos altos para reparaciones de carreteras han sido la principal causa por la que los gobiernos han optado por buscar posibles soluciones, el mantenimiento y rehabilitación de vías asfaltadas ha sido considerada una alternativa económica y eficiente, la cual conservará el estado de la capa de rodadura y ayudará a ahorrar un porcentaje de lo invertido económicamente. [5]

Según Rodríguez R. (2011). *“Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo”*. Tesis de Maestría. Universidad Técnica de Ambato. Concluye que un factor fundamental para reducir costos en el mantenimiento de una vía es el tiempo de ejecución. Una vía puede mantenerse en condiciones óptimas siempre y cuando se realice un mantenimiento rutinario y periódico, sin embargo, cuando una vía se encuentra en estado de abandono, hasta llegar a tener un gran deterioro, los daños son de tal magnitud que el único camino para su rehabilitación es una reconstrucción completa. [6]

El cantón Baños de Agua Santa es una ciudad ubicada a los pies del volcán Tungurahua. Debido a sus increíbles paisajes, atracciones turísticas, deportes extremos, etc. Es considerada una de las ciudades con más turismo en el Ecuador. La gran movilidad vehicular que existe en el sector ha hecho que las vías sufran deterioros de carácter leve, los cuales deberán ser analizados y tratados con un correcto plan de mantenimiento vial. [7]

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### **Levantamiento Topográfico**

Es el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno utilizando los instrumentos necesarios para realizar una correcta representación gráfica o plano. Para conocer la posición de puntos en el área seleccionada, es necesario determinar su ubicación por medio de tres coordenadas, las cuales son latitud, longitud y elevación. [8]

Existen dos modalidades para realizar un levantamiento:

- Levantamiento topográfico planimétrico:

Es el proceso en el cual se obtienen puntos para definir la proyección sobre el plano de comparación. [8]

- Levantamiento topográfico altimétrico:

Consiste en obtener las alturas respecto al plano de comparación. [8]

### **Georreferenciación**

La georreferenciación es el proceso que se utiliza para relacionar la posición de un objeto o superficie en un plano con su posición sobre la superficie terrestre.

Para georreferenciar un objeto o superficie es necesario establecer una superficie de referencia, un datum geodésico y un sistema de referencia. Para Ecuador se deberá tomar el sistema WGS84 zona 17 Sur. [9]

### **El Tránsito**

El estudio de tránsito es considerado la base para diseñar cualquier tipo de carretera, se deberá tomar en cuenta el conjunto de vehículos y todos los usuarios que circulen por una vía en un tiempo determinado. [10]

- **Tránsito existente**

Es el tránsito que utiliza una carretera nueva o que ha sido mejorada. [10]

- **Volumen horario de proyecto (VHP)**

Se considera como el volumen de tránsito generado en la hora de mayor flujo vehicular. Se lo calcula con relación al futuro, donde se utiliza el volumen de tránsito de la 30ava hora. [11]

*Ecuación 1*

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

**Donde:**

**VHP:** Volumen de la hora pico

**TE:** Tráfico Existente

**K:** Factor de relación entre el volumen de la 30va hora y el tráfico existente

- **Tránsito promedio diario anual (TPDA)**

Es considerado el tránsito total que ha circulado por una determinada vía durante un año dividido por 365 días, se lo conoce como el volumen de tránsito promedio por cada día. [10]

Se debe considerar que, para vías de un solo sentido de circulación, se contará el tráfico solo en ese sentido, y para vías de doble sentido, el tráfico será contado en ambos sentidos. [10]

*Ecuación 2*

$$\mathbf{TPDA(Total) = TPDA(actual) + T(at)}$$

**Donde:**

**TPDA(total)**= Tráfico promedio diario anual total

**TPDA(actual)**= Tráfico promedio diario anual actual o tráfico existente

**T(at)**= Tráfico atraído

- **Tránsito futuro**

Es aquel que se diseña en base a una predicción de tráfico de 15 a 20 años y en el crecimiento normal del tráfico. Dichas proyecciones son las encargadas de dar una clasificación a la carretera, e influyen directamente en la determinación de los valores de la velocidad de diseño, entre otros datos geométricos. [12]

*Ecuación 3*

$$TF = TPDA(\text{total}) * (1 + i)^n$$

**Donde:**

**TF**= Tráfico Futuro

**TPDA (total)**= Tráfico promedio diario anual total

**I**= Índice de crecimiento

**n**= Periodo de proyección en años

- **Tránsito atraído**

Es el tránsito proveniente de otras vías, se da cuando una carretera se encuentra en apertura, o ha recibido una mejora, el volumen de tránsito que recibe una carretera nueva es considerado tránsito atraído. [10]

*Ecuación 4*

$$T(\text{at}) = 10\%(TPDA_{\text{actual}})$$

**Donde:**

**T(at)**: Tránsito atraído

**TPDA<sub>actual</sub>**: Tráfico promedio diario anual según el tipo de vehículo

- **Tránsito Generado**

Comprende todos los viajes de vehículos de transporte público, que no se abrían realizado si la vía no se hubiera construido o mejorado. [10]

- **Tránsito desarrollado**

Es aquel que se ha producido por mejoras en las zonas adyacentes, tomando en cuenta que estas mejoras no se hubiesen producido si la carretera no se habría construido o mejorado, este componente se continúa presentando por varios años luego de la mejora vial. [10]

### **Índice de condición del pavimento (PCI)**

Es un procedimiento el cual permite calificar el pavimento en un rango de valores de 0 a 100, se deberá realizar una inspección visual en toda la superficie a evaluar, en la cual se identificará el tipo de daño, se los cuantificará y se evaluará su nivel de incidencia sobre el pavimento. [13]

En la siguiente tabla se presenta los rangos de PCI con su clasificación cualitativa de la condición del pavimento. [13]

**Tabla 1:** Clasificación cualitativa de la condición del pavimento

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100-85	Excelente
85-71	Muy Bueno
70-56	Bueno
55-41	Regular
40-26	Malo
25-11	Muy Malo
10-0	Fallado

**Fuente:** ASTM D6433-07, 2007

### **Calidad de tránsito**

La calidad de tránsito nos ayuda para determinar el nivel de severidad de los daños en la superficie de rodamiento, se clasifican en tres niveles. [13]

Se determina recorriendo toda la superficie del pavimento en un automóvil estándar a una velocidad que se encuentre dentro de los límites permitidos en la zona.[13]

- **Bajo (Low)**

El vehículo percibe vibraciones, sin embargo, no es necesario reducir la velocidad. [13]

- **Medio (Medium)**

El vehículo percibe vibraciones significativas, para lo cual es necesario una reducción de velocidad. [13]

- **Alto (High)**

El vehículo percibe vibraciones de tal magnitud que deberá reducir la velocidad considerablemente, hasta llegar al grado de detenerse. [13]

### **Clasificación de daños en pavimentos asfálticos**

Los tipos de fallas que se pueden presentar en un pavimento se clasifican en superficiales y estructurales, los cuales se detallan a continuación. [13]

**Tabla 2:** Tipos de fallas en pavimentos

<b>Fallas estructurales</b>	<b>Fallas superficiales</b>
Piel de cocodrilo	Exudación
Agrietamiento en bloque	Corrugación
Abultamiento y hundimientos	Grieta de borde
Depresión	Grieta de reflexión de junta
Huecos	Desnivel Carril/Berma
Ahuellamiento	Grietas Longitudinales y transversales
Desplazamiento	Parcheo
Hinchamiento	Pulimiento de agregados
	Cruce de vía férrea
	Grietas Parabólicas
	Desprendimiento de agregados

**Fuente:** Manual PCI, 2002

- **Piel de cocodrilo**

Son una serie de grietas cuya falla se origina por fatiga de la capa de rodadura, provocada por la aplicación de diferentes cargas de tránsito. En primera instancia se forman grietas paralelas, posteriormente por acción de las cargas de tránsito llegan a formar polígonos hasta llegar a tener la forma de una piel de cocodrilo. [13]

- **Exudación**

La exudación se origina por exceso de mezcla asfáltica, sellante asfáltico o un bajo aporte de vacíos de aire. Debido a las altas temperaturas ambientales el asfalto llena los vacíos de la mezcla, provocando que emerja de la superficie del pavimento un material bituminoso que generalmente llega a ser pegajoso. [13]

- **Agrietamiento en bloque**

Son grietas que dividen una sección del pavimento en pedazos rectangulares de un tamaño que puede variar de 0.3 m \* 0.3 m a 3.0 m\*3.0 m. Se originan por la contracción del concreto asfáltico y altas temperaturas ambientes, dichas fallas no se relacionan con las cargas de tránsito. [13]

- **Abultamientos y hundimientos**

Los abultamientos son desplazamientos que se encuentran por encima de la superficie del pavimento, se generan por distintos factores como:

- Expansión por congelación
- Elevación del material en una grieta
- Levantamiento de losas de concreto

Los hundimientos son desplazamientos por debajo de la superficie, las cuales provocan depresiones en el pavimento llamadas "ondulaciones". [13]

- **Corrugaciones**

La corrugación es un conjunto de cimas y depresiones provocadas por la acción del tránsito y una estructura del pavimento inestable, son perpendiculares a la dirección del tránsito y la distancia entre ellas no excede los 3 metros. [13]

- **Depresión**

Es un desplazamiento hacia abajo muy leve en la superficie del pavimento, causada principalmente por el asentamiento de la subrasante, en varias ocasiones se podrá

visualizar la presencia de esta falla después de una intensa lluvia, la cual generará agua almacenada en estas pequeñas depresiones. [13]

- **Grieta de borde**

Las grietas de borde se encuentran a una distancia entre 30 cm y 60 cm del borde exterior del pavimento. Esta falla se genera por las cargas de tránsito y condiciones climáticas de la zona a evaluar. [13]

- **Grieta de reflexión de junta**

Se produce en pavimentos que han sido construido sobre una losa de cemento portland. Este daño es causado por el desplazamiento de la losa de concreto, generado por temperatura o humedad. [13]

- **Desnivel Carril/Berma**

Es la diferencia de nivel entre la berma y el borde del pavimento. Puede ser causada por la erosión o el asentamiento de la berma. [13]

- **Grietas longitudinales y transversales**

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento, pueden ser generadas por:

- Junta de carril de pavimento pobremente construida
- Contracción de la superficie del pavimento.
- Causada por una grieta de reflexión.

Las grietas transversales son perpendiculares al eje del pavimento, generalmente este tipo de fallas no se encuentran relacionadas con las cargas de tránsito. [13]

- **Parcheo**

Un parche es una sección del pavimento que ha sido reparada con material nuevo, sin importar las condiciones del parche este será considerado una falla. [13]



- **Pulimiento de agregados**

Este daño se produce cuando el agregado se vuelve suave al tacto y la adherencia que existe entre las llantas de un vehículo y el pavimento se reduce considerablemente. [13]

- **Huecos**

Los huecos se producen cuando el exceso de tráfico arranca pedazos del pavimento, formando una depresión en forma de tazón, por lo general su diámetro no excede los 90 cm. Este daño se relaciona directamente con las condiciones en la que se encuentra la estructura del pavimento. [13]

- **Cruce de vía férrea**

Estos daños se producen en los alrededores de los rieles de una vía férrea, en la cual se pueden presentar depresiones o abultamientos. [13]

- **Ahuellamiento**

Es una depresión en el pavimento generada por el paso de vehículos, los cuales dejan una huella de ruedas en la superficie de rodadura. En algunas ocasiones se genera un levantamiento leve del pavimento en los bordes del ahuellamiento, siendo visibles solamente con la ayuda de la lluvia, la cual generara acumulación de agua en las huellas del pavimento. [13]

- **Desplazamiento**

Es un desplazamiento longitudinal de una determinada sección del pavimento. Se producen por las cargas de tránsito, este daño solo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables. [13]

- **Grietas parabólicas**

Las grietas parabólicas son producidas por el tránsito de vehículos, en donde la acción de girar o frenar generan una deformación en el pavimento en forma de medialuna. Generalmente este daño ocurre en pavimento con una mezcla asfáltica de baja resistencia o una mala conformación de su estructura. [13]

- **Hinchamiento**

El hinchamiento es un pandeo hacia arriba con una onda larga y gradual en la superficie del pavimento. Este daño es producido por suelos expansivos o congelamiento de la subrasante. [13]

- **Desprendimiento de agregados**

El desprendimiento de agregados es la pérdida de ligante asfáltico y de sus partículas sueltas, puede ser causado por el tránsito, en especial por vehículos de orugas. [13]

### **Unidades de muestreo**

Las unidades de muestreo serán consideradas el área de trabajo dividida en secciones de una vía, la cual dependerá de sus dimensiones y el tipo de carretera a evaluar. [13]

A continuación, se presentan las relaciones entre longitud y ancho de calzada para la evaluación del PCI. [13]

**Tabla 3:** Longitud de unidad de muestreo

<b>Ancho de calzada (m)</b>	<b>Longitud de la unidad de muestreo (m)</b>
5 o menos	46
5,5	41,8
6	38,3
6,5	35,4
7,3 máximo	31,5

**Fuente:** Vásquez Varela, 2002

### **Determinación de las unidades de muestreo**

La ecuación 20 será la encargada de dar a conocer el número mínimo de unidades de muestreo a realizarse en una vía asfaltada, proporcionando un valor del PCI de  $\pm 5$ . El resultado tendrá una confiabilidad del 95%. [13]

### **Unidades de muestreo para inspección**

Las unidades de muestreo se encuentren espaciadas uniformemente a lo largo de toda el área de trabajo. [13]

## Nivel de intervención

Luego de obtener el valor del PCI mediante una evaluación de campo, se revisará la norma ASTM para analizar el nivel de intervención del pavimento. [13]

**Tabla 4:** Nivel de intervención en el pavimento

Rango	Clasificación	Intervención
100-71	Bueno	Mantenimiento
31-70	Regular	Rehabilitación
0-30	Malo	Construcción

**Fuente:** ASTM D6433-07, 2007

## La Deflectometría para la evaluación estructural

Es un procedimiento el cual implica la medición de la deflexión o deformación que ha experimentado el pavimento por efecto de una carga puntual a lo largo de toda la superficie de rodadura, las deformaciones que se presentan son una respuesta a la capacidad de resistencia que tiene las capas inferiores ante las cargas de tráfico. [14]

La subrasante es la capa encargada de resistir la mayor parte de cargas que se aplican en la superficie, contribuye en un 70 a 95% de las deflexiones generadas, por este motivo es que las deflexiones que se han generado en el pavimento son a causa de la compresión elástica que experimenta la subrasante. [14]

## Medición con la viga Benkelman

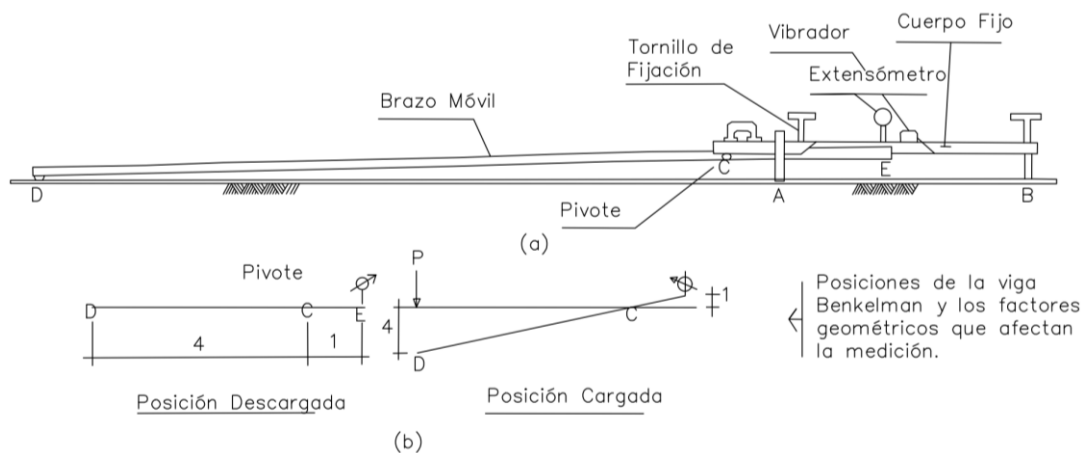
La viga Benkelman es un deflectómetro el cual funciona mediante la "La regla de palanca", consiste en medir las deflexiones o desplazamientos verticales del pavimento que experimentan ante la aplicación de una carga estática o una carga que se desplaza lentamente. [14]

El ensayo consiste en colocar el extremo de la viga entre las dos ruedas de un vehículo pesado, deberá tener en su eje trasero un peso de aproximadamente 8200 kg, la viga se encarga de ir midiendo como se recupera verticalmente la superficie del pavimento, todo este proceso se lo realiza mientras el vehículo se aleja lentamente del punto de partida. [14]

La viga Benkelman consta de dos partes, cuerpo de sostén y brazo móvil los cuales tienen el siguiente funcionamiento:

- **Cuerpo de sostén:** Se encuentra situado en contacto directo con el pavimento por medio de 3 apoyos (En el punto A se sitúan dos apoyos delanteros y en el punto B se sitúa un apoyo trasero regulable). [14]
- **Brazo móvil:** Se acopla al cuerpo de sostén mediante una articulación de giro "C", un extremo se apoya sobre el pavimento "D", otro de sus extremos se encuentra en contacto con un extensómetro de movimiento vertical "E". [14]

**Figura 1:** Funcionamiento de la viga Benkelman



**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Para calcular las deflexiones del pavimento serán necesarias las siguientes ecuaciones:

- **Corrección por Relación de Brazos de la Viga Benkelman**

*Ecuación 5*

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

**Donde:**

**D:** Deflexiones en el pavimento

**RB:** Relación del Brazo de la Viga Benkelman

**Df:** Deflexión final

**D<sub>0</sub>**: Deflexión Inicial

- **Corrección de deflexiones por temperatura**

*Ecuación 6*

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

**Donde:**

**D<sub>20°C</sub>** = Deflexión corregida por temperatura

**D<sub>0</sub>** = Deflexión recuperable

**t** = Temperatura del Pavimento

**h** = Espesor de la capa asfáltica

- **Corrección por Estacionalidad**

*Ecuación 7*

$$D = 1.2 * D_{20^{\circ}\text{C}}$$

**Donde:**

**D<sub>20°C</sub>**: Deflexión corregida por temperatura

**D**: Deflexión corregida por estacionalidad

- **Radio de Curvatura**

*Ecuación 8*

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

**Donde:**

**Rc**: Radio de curvatura (m)

**D<sub>0</sub>**: Deflexión máxima en 0 metros

**D<sub>25</sub>**: Deflexión en 0.25 metros

- **Desviación Estándar**

*Ecuación 9*

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

**Donde:**

$\sigma$ = Desviación estándar

$D_i$ = Deflexión recuperable máxima corregida

$\check{D}$ = Deflexión Media

$n$ = Número de datos

- **Deflexión Característica**

*Ecuación 10*

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

**Donde:**

$D_c$ : Deflexión Característica

$\check{D}$ : Deflexión promedio  $D_0$

$\sigma$ : Desviación Estándar

- **Deflexión admisible**

*Ecuación 11*

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

**Donde:**

$D_{adm}$ : Deflexión Admisible en milímetros

$W_{18}$ : Ejes equivalentes del año 2022

- **Deflexión Crítica**

*Ecuación 12*

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

**Donde:**

**Dcr:** Deflexión crítica en milímetros

**W18:** Ejes equivalentes del año 2022

### **Estudio de suelos**

El estudio de suelos es fundamental para conocer el comportamiento de la subrasante en la que se asentara la carpeta asfáltica, por medio de diferentes ensayos se busca encontrar las propiedades físicas y mecánicas de dicho suelo. [15]

### **Granulometría**

Se conoce como la división de un suelo en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de partículas, las partículas se caracterizan porque su tamaño se encuentra en un rango establecido, el valor máximo de una fracción es el mínimo de la que le sigue. [16]

La separación de las partículas se la realiza por mallas, cuando es posible el tamizado o cribado, sin embargo, para suelos muy finos donde se forman grumos, se aplicará un procedimiento más complicado en el cual sus resultados finales son bastante dudosos. [16]

Según la AASHTO M-145 los agregados se clasifican de la siguiente manera:

*Grava: "Proviene de la fragmentación de roca, de un tamaño menor a 76.2 mm (3") hasta el tamiz No. 10 (2.0 mm)". [17]*

*Arena Gruesa: "Proviene tanto de la desintegración de rocas o de la trituración artificial de las mismas, de un tamaño menor a 2 mm hasta el tamiz No 40 (0.425 mm)". [17]*

*Arena Fina: "De un tamaño menor a 0.425 mm hasta el tamiz No. 200 (0.075 mm)". [17]*

*Limos y Arcillas: "De tamaños menores al tamiz No. 200 (0.075 mm)". [17]*

## Clasificación del suelo

El suelo podrá ser clasificado según su granulometría y límites de Atterberg en base a la norma SUCS y la norma AASHTO. [18]

- **Método AASHTO**

Según el método AASHTO el suelo se clasifica en 8 grupos, de (A-1 a A-8) dependerá de su análisis granulométrico y límites de Atterberg, los grupos A-1, A-2 y A-3 corresponden a material de grano grueso, los grupos A-4, A-5, A-6 Y A-7 a material de grano fino. [18]

**Tabla 5:** Clasificación del suelo según la AASHTO

Clasificación General	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
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.	
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:** Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Baja Das, 2012



- **Método SUCS**

Se lo considera como el sistema unificado de la clasificación de suelos (Unified Soil Classification System), El sistema clasifica al suelo de la siguiente manera. [18]

**Tabla 6:** Clasificación de suelos por el método SUCS

Clasificación del Suelo					
	Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio			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 Menos de 5% finos c	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3e$	GW	Grava bien graduada f
			$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3e$	GP	Grava mal graduada f
	Gravas con finos Más 12% finos c	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa f, g, h	
		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 Menos de 5% finos d		$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3e$	SW	Arena bien graduada i
			$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3e$	SP	Arena mal graduada i
	Arenas con finos Más 12% finos d	Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa g, h, i	
		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	OL	Arcilla orgánica k, l, m, n	
		Límite líquido—no secado		Limo orgánico k, l, m, o	
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	OL	Arcilla orgánica k, l, m, n Limo orgánico k, l, m, o
			Límite líquido—no secado		
Suelos altamente orgánicos		Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico		PT	Turba

**Fuente:** Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Braja Das, 2012

### **Límites de Atterberg**

Es un método el cual describe la consistencia de las partículas de grano fino de un suelo con distintos contenidos de humedad; Para contenidos de humedad bajos el suelo tiene un comportamiento que tiende a ser un sólido quebradizo; Para contenidos de húmedas altos el suelo puede fluir en forma de un líquido. [19]

Por lo tanto, el contenido de humedad juega un papel muy importante en el comportamiento del suelo, puede ser dividido en cuatro estados básicos: sólido, semisólido, plástico y líquido. [19]

- **Límite líquido**

Se lo define como el contenido de humedad de una masa que se presenta en estado plástico para pasar al estado líquido o semilíquido. [19]

Este ensayo se lo realiza solamente con las partículas de suelo que pasen por el tamiz N-40. El método Casagrande es el instrumento utilizado para determinar el límite líquido de una muestra de suelo, se lo realiza en base al número de golpes, tomando en cuenta la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 691. [19]

- **Límite plástico**

Se lo define como el contenido de humedad de una masa de suelo que se encuentra en estado semisólido y plástico. [19]

De igual manera se lo define como el contenido de humedad de un suelo en el que un cilindro se agrieta o se rompe cuando se lo enrolla al rodarse con la palma de la mano sobre una superficie lisa. [19]

Este ensayo se lo realiza únicamente con el porcentaje de partículas que pasen por el tamiz N-40, siguiendo la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 692. [19]

- **Índice de plasticidad**

El índice de plasticidad es el resultado de la diferencia de los valores obtenidos en el límite líquido y el límite plástico. [19]

- Cuando no es posible determinar el límite líquido y plástico, se considera que el suelo es no plástico (NP). [19]
- Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, de igual manera el suelo es considerado no plástico (NP). [19]

### **Ensayo Proctor Modificado**

Para realizar el ensayo Proctor Modificado será necesario un molde de capacidad de 2.320 cm<sup>3</sup> y una masa de suelo de 4.535 Kg. Para formar la probeta se deberá compactar 5 capas, las cuales deberán recibir un mínimo de 20 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie del material. [20]

### **Ensayo de relación de soporte de California CBR**

Este ensayo puede ser realizado en campo y en un laboratorio, teniendo como desventaja el costo de operación y el tiempo de ejecución. [21]

El ensayo CBR es considerado un indicador de resistencia al corte y para que su cálculo sea efectivo se debe realizar 3 ensayos simultáneos que son: contenido de humedad óptimo y densidad máxima, para determinar estos valores se realizara el ensayo de Proctor Modificado, la determinación del esponjamiento y la resistencia a la penetración. [21]

- Si el valor del CBR es cercano al 0%, se considera que el suelo es de calidad pobre, no tienen buena resistencia a la aplicación de esfuerzos cortantes. [21]
- Si el valor del CBR es cercano al 100%, el suelo es considerable que tiene una buena calidad, con una buena resistencia a esfuerzos cortantes. [21]

El CBR se expresa por medio de la siguiente ecuación:

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

### **Definición de Pavimento**

Los pavimentos para carreteras y vías urbanas están conformados por un conjunto de capas superpuestas horizontales constituidos por materiales seleccionados, su estructura está diseñada para soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones climáticas del sector. [22]

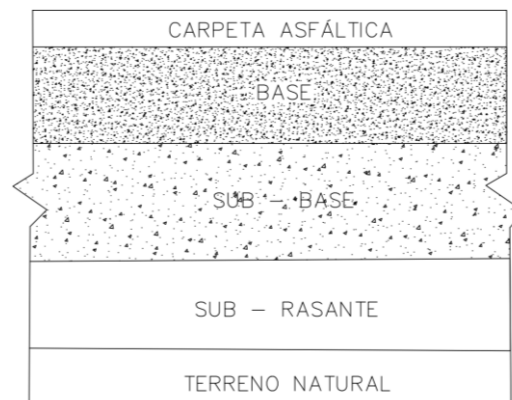
El pavimento se coloca sobre una subrasante natural o una plataforma, la cual puede ser una subrasante natural, mejorada, estabilizada, etc. [22]

- **Pavimento flexible**

Este tipo de pavimento pueden ser definidos como una estructura vial, la cual está conformada por una capa asfáltica apoyada sobre distintas capas de menor rigidez, compuestas por base, subbase, afirmado y en otros casos por una subrasante mejorada, estas capas se encuentran situadas en el terreno natural o subrasante. [22]

La capa asfáltica en un pavimento flexible se encuentra conformada por la capa de rodadura, base intermedia y la base asfáltica, para niveles de tránsito bajo puede ser compuesta solo de la capa de rodadura. [22]

**Figura 2:** Estructura del pavimento



**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

## **Definición de mantenimiento vial**

El mantenimiento vial se enfoca en realizar una serie de actividades para conservar en un estado óptimo los elementos físicos que componen las vías, este proceso se encarga de mantener un equilibrio en el capital destinado a inversiones viales, evitando su deterioro prematuro y garantizando un transporte cómodo y seguro. [23]

Puede ser clasificado de la siguiente manera:

- **Mantenimiento rutinario**

Consiste en realizar actividades permanentes que preserven todos los elementos físicos de la vía, asegurando que exista la mínima cantidad de alteraciones o daño en cada tramo. Su función principal es mantener las condiciones iniciales que tuvo la vía a partir de su construcción o rehabilitación. [23]

- **Mantenimiento periódico**

Se lo conoce como una serie de actividades ejecutadas en periodos largos de un año o más. Su objetivo principal es controlar los defectos de una vía provocados por el tránsito y condiciones climáticas, dando un mantenimiento que evite que las fallas lleguen a ser de gran magnitud. [23]

- **Mantenimiento de Emergencia**

Es un mantenimiento que ocurre con la aparición de un evento no esperado, puede ser un desastre natural provocado por condiciones climáticas severas. Se generan daños en el pavimento que pueden llegar a obstaculizar el paso de vehículos, por lo que su rehabilitación deberá ser inmediata. [23]

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Patate - Baños ABS 18+700 – 22+200 de la provincia de Tungurahua.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Disponer de un levantamiento georreferenciado de la vía Patate - Baños ABS 18+700 – 22+200 de la provincia de Tungurahua.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Patate - Baños ABS 18+700 – 22+200 de la provincia de Tungurahua.
- Evaluar cada uno de los componentes físico de la vía Patate - Baños ABS 18+700 – 22+200 de la provincia de Tungurahua.

## CAPITULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales

Para cumplir con el desarrollo del proyecto se realizó una serie de ensayos con la ayuda de diferentes materiales y equipos los cuales han sido proporcionados por el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. A continuación, se detalla el ensayo que se ha realizado, junto con los materiales y equipos necesarios.

**Tabla 7:** Materiales y Equipos utilizados en el proyecto

ENSAYO	Materiales	Equipo
Levantamiento Topográfico y Georreferenciación	Espray de color rojo	Cinta métrica
		Flexómetro
	Libreta de campo	Sistema de posicionamiento Global (GPS)
		Equipo de seguridad (Casco y chaleco)
Tráfico promedio diario anual (TPDA)	Hoja de campo para conteo vehicular	Computadora
		Equipo de seguridad (Casco y chaleco)
Toma de muestras	Muestra de suelo (In situ)	Computadora
	Costales	Flexómetro
	Espray de color rojo	Pico
	Cal	Pala
Granulometría	Muestra de suelo (1000 gr)	Barra
		Tamices
		Tamizadora eléctrica
		Recipientes de aluminio
Límite líquido	- Muestra de suelo (300 gr) - Agua	Balanza electrónica
		Balanza electrónica
		Copa de Casagrande
		Recipientes de aluminio
		Ranurador
		Mortero, Espátula, Probeta
	Horno eléctrico	

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Límite plástico	-Muestra de suelo (300 gr) -Agua	Balanza electrónica
		Placa de vidrio
		Recipientes de aluminio
		Espátula
		Mortero
		Horno eléctrico
Proctor modificado	-Muestra de suelo (25 kg)	Cilindros de metal
		Martillo Compactador
		Collarín, Retorta, Enrasador
		Bandejas metálicas
	Agua	Probeta, Palustre. Brocha
		Recipientes de aluminio
		Balanza electrónica
Ensayo de relación de soporte de california (CBR)	Muestra de suelo (20 kg)	Horno eléctrico
		Cilindros de metal
		Martillo Compactador
		Collarín, Retorta, Enrasador
	Agua	Bandejas metálicas
		Probeta, Palustre. Brocha
		Recipientes de aluminio
Índice de condición del pavimento (PCI)	Hoja de campo con el formato para recolección de datos del PCI	Balanza electrónica
		Equipo de seguridad (Casco y chaleco)
		Flexómetro
		Cinta métrica
		Manual de fallas en el pavimento
Deflexiones en el pavimento	Espray de color rojo	Equipo de seguridad (Casco y chaleco)
		Viga Benkelman
	Agua	Volqueta de 8 m <sup>3</sup>
		Cinta métrica
		Flexómetro
	Libreta de campo	Termómetro
		Combo

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez



**Tabla 8:** Especificación del equipo de trabajo

<p><b>GPS</b>                      Marca: Garmin                      Versión: Etrex 10</p>	<p><b>Tamices</b>                      Marca: Humbolt                      Versión: 2011</p>	<p><b>Tamizador</b>                      Marca: Controls                      Versión: 15-d0407/BZ</p>
		
<p><b>Balanza</b>                      Marca: Mexico</p>	<p><b>Copa de Casagrande</b>                      Marca: S/M</p>	<p><b>Horno</b>                      Marco: S/M</p>
		
<p><b>Máquina Multispeed</b>                      Marco: Controls                      Modelo: 34V1174</p>	<p><b>Martillo Compactador</b>                      Marca: Controls                      Versión: 33T 0075</p>	<p><b>Molde cilíndrico</b>                      Marco: S/M</p>
		
<p><b>Viga Benkelman</b>                      Marca: Controls                      Versión: 80-B0180</p>	<p><b>Volqueta</b></p>	<p><b>Termómetro</b>                      Marca: S/M</p>
		

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

## **2.2 Métodos**

Al ser un proyecto técnico se buscó métodos que cumplan con todos los objetivos propuestos para el desarrollo del trabajo, con el fin de obtener resultados de carácter científico, se ha dividido la investigación en tres partes:

### **2.2.1 Investigación documental**

Es aquella que se basa en la indagación y recolección de información a través de documentos que tengan un sustento de carácter científico. Un documento es considerado una redacción o testimonio de un hecho que se encuentra vigente o que en algún momento determinado existió. Para realizar una investigación documental es necesario la recolección de información mediante diferentes fuentes como libros, tesis, artículos científicos, revistas, periódicos, etc. [24]

Se realizó una investigación documental en el proyecto con el fin de presentar un trabajo de mayor claridad, bien estructurado y con un sustento en documentos verificados. Esta investigación ha proporcionado los siguientes aspectos:

- Información de estudios previos.
- Conceptos básicos de los ensayos que se han realizado.
- Formulas y la normativa de cada ensayo.
- Procedimiento de cada ensayo.

### **2.2.2 Investigación de campo**

Se la conoce como investigación directa, es aquella que se desarrolla en el lugar donde ocurren todos los objetos de estudio. En una investigación de campo deberá constar todas las variables a evaluar, junto con los instrumentos y la población que se han empleado para completar la investigación. [24]

Debido a que el objeto de estudio es una vía, se realizó constantes visitas de campo para evaluar todos los componentes que detallan el estado actual de la capa de rodadura. La investigación de campo proporcionó la siguiente información:

- Se realizó un levantamiento topográfico con el fin de determinar el área de estudio de trabajo.

- Mediante un conteo vehicular se determinó el tráfico promedio diario anual.
- Para determinar la condición actual del pavimento, se realizó una evaluación visual en la cual se detalló las fallas que tiene la capa de rodadura a lo largo de toda el área de trabajo.
- Se realizó un estudio de la deflexión del pavimento por medio de la viga Benkelman.

### 2.2.3 Investigación de laboratorio

Es la investigación que se realiza en un ambiente artificial, la cual será la encargada de encontrar respuestas en algunos elementos de estudio, se elaborarán una serie de experimentos con su respectivo procedimiento. [25]

Con el fin de determinar las propiedades del suelo de la subrasante en la que está asentada la capa de rodadura de la vía estudiada, ha sido necesario realizar una serie de ensayos en los que nos muestre el comportamiento que tendrá ante diferentes situaciones, entre los ensayos que se realizaron en el laboratorio se obtuvo:

**Tabla 9:** Normativa para ensayos de laboratorio

Ensayo de laboratorio	Normativa
Análisis Granulométrico	ASTM D421-58
Límite Líquido	ASTM D4318-NTE INEN 691
Límite plástico	ASTM D4318 - NTE INEN 692
Proctor Modificado	AASHTO T180 -ASTM D1557
Ensayo de relación de soporte California (CBR)	ASTM D1883
Deflectometría	AASHTO T256
Índice de Condición del Pavimento (PCI)	ASTM D6433-07

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

### 2.2.4 Plan de recolección de datos

- Obtener información acerca de todos los temas de investigación que se necesitan para el cumplimiento del proyecto.
- Realizar una visita a campo, con el fin de conocer el área de trabajo y sus condiciones actuales.

- Realizar un levantamiento topográfico georreferenciado de la vía a evaluar.
- Determinar el tráfico promedio diario anual por medio de un conteo manual, ubicado en el sector con mayor movilidad vehicular, la duración del conteo deberá ser de 12 horas por 7 días.
- Obtener muestras de suelo de la vía cada 1000 metros, para posteriormente identificar sus propiedades mediante una serie de ensayos de laboratorio.
- Realizar una evaluación visual del pavimento a lo largo de toda la vía, para determinar las fallas presentes en la capa de rodadura y calcular el índice de condición del pavimento (PCI).
- Determinar la deflexión en el pavimento por medio de la viga Benkelman.

**Tabla 10:** Plan de recolección de datos

<b>Preguntas básicas</b>	<b>Explicación</b>
1. Para qué?	Proponer un plan de conservación de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños con el fin de mantener las propiedades físicas de la estructura del pavimento
2. De que objeto?	La zona por evaluar será la vía Patate-Baños, desde la abscisa 18+700 hasta la 22+200
3. Sobre qué es?	Sobre la implementación del proceso de conservación de la vía Patate-Baños
4. Quien es el encargado de evaluar?	Autor: Juan Sebastián Sánchez Álvarez
	Tutor: Ing. Mg. Alex Gustavo López
5. Donde se realiza el trabajo ?	- El trabajo de campo se realizará en la vía Patate-Baños desde la abscisa 18+700 hasta la 22+200 - Los ensayos se realizarán en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato
6. Como se lo realiza?	Mediante una investigación documental, de campo y de laboratorio

**Autor:** Juan Sebastian Sánchez

### **2.2.5 Plan de procesamiento y análisis de resultados**

- Ordenar toda la información obtenida en una base de datos, según el ensayo que corresponda.
- Realizar un informe de los trabajos realizados en campo, los resultados del PCI y del TPDA.
- Comparar con la Norma los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.
- Identificar el estado actual de la vía mediante el análisis de resultados obtenido de las diferentes investigaciones.
- Según el análisis de resultados, proponer un plan de mantenimiento vial, que conserve la capa de rodadura para dar comodidad y seguridad a la movilidad vehicular del sector.

## CAPITULO III

### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

#### 3.1.1 Ubicación del proyecto

La vía se encuentra en la Provincia de Tungurahua, es la encargada de unir el cantón Patate con el Cantón Baños, el tramo de vía a evaluar engloba la zona de llegada al Cantón Baños, comenzando en la abscisa km 18+700 hasta la 22+200, contemplando una zona de evaluación de 3.5 kilómetros de longitud.

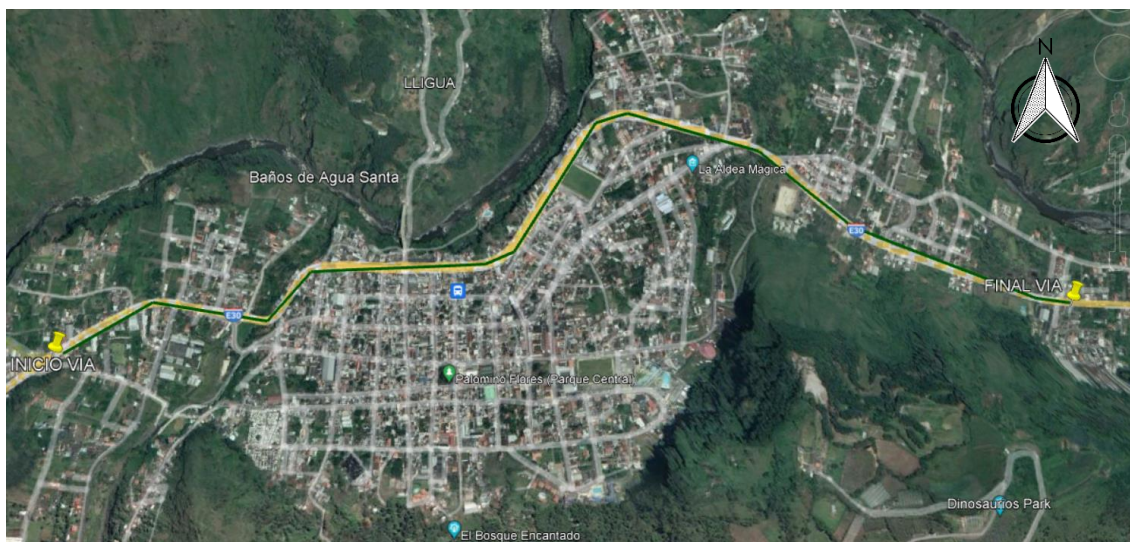
**Tabla 11:** Coordenadas inicio y fin del proyecto

Abscisa (Km)	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
18+700	9845343.591	785612.981
22+200	9845579.152	788618.719

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

A continuación, se muestra toda la zona a evaluar mediante un gráfico proporcionado por la aplicación Google Earth.

**Figura 3:** Ubicación del tramo de vía Patate-Baños



**S/ESCALA**

**Fuente:** Google Earth Pro, 2022

### 3.1.2 Levantamiento georreferenciado

Para poder plasmar en un plano el área total del proyecto, se realizó un levantamiento topográfico con la ayuda de un GPS, para lo cual la recolección de puntos inicio en la abscisa 18+700 continuando en dirección norte hasta llegar a la abscisa 22+200, con la ayuda de una cinta métrica se dividió la vía en tramos de 25 metros, para proceder a recolectar coordenadas en los bordes y en el eje de la vía.

Mediante programas computacionales como Global Mapper, se exportó los puntos a una computadora y se obtuvo una base de datos en Excel que contemple todas las coordenadas con su determinado número de punto. Para exportar los puntos obtenidos a la plataforma AutoCAD Civil 3D, deberá ser configurada según el sistema de coordenadas UTM WGS 84 Zona 17 Sur, con el fin de representar en un modelo digital el tramo a estudiar de la Vía Patate-Baños.

**Tabla 12:** Datos obtenidos del levantamiento georreferenciado

<b>Elemento</b>	<b>Dato</b>	<b>Unidades</b>
Longitud Total de la vía	3.5	km
Longitud de vía en tramo de dos carriles	2.185	km
Ancho promedio de la calzada en tramo de dos carriles	8.2	m
Longitud de vía en tramo de cuatro carriles con parterre	1.315	km
Ancho del Parterre	3	m
Ancho promedio de la calzada en tramo de 4 carriles	14	m
Longitud de canal de drenaje	3.5	km
Coordenadas obtenidas	376	Unidades

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

El estudio realizado en el tramo final de la vía Patate-Baños encontramos la longitud total de la vía, ancho promedio y de igual manera se pudo apreciar que la vía no cuenta con cunetas, sin embargo, presenta un canal de drenaje a lo largo de todo el tramo.

### 3.1.3 Estudio del tráfico

Un estudio de tráfico será primordial para detallar la cantidad de vehículos que transiten en un tiempo determinado por la vía Patate-Baños, el cálculo del tráfico promedio anual del sector proporciona el tipo de carretera, parámetros de diseño, ancho de la calzada y el espesor de cada capa de la estructura del pavimento.

#### 3.1.3.1 Conteo vehicular

Para el presente trabajo se realizó un conteo manual, para lo cual se colocó la estación de conteo en un sitio estratégico que contemple la mayor cantidad de tráfico en la vía. Para cumplir con el trabajo se realizó el conteo durante 12 horas por 7 días, en este caso se tomó en cuenta la movilidad vehicular de lunes a Domingo desde las 7 de la mañana hasta las 7 de la noche.

La estación se colocó en la abscisa km 19+600, se eligió este sector por ser la entrada principal a Baños, la cual toma en cuenta todos los vehículos que vienen de la vía Patate-Baños.

**Tabla 13:** Ubicación de la estación de Conteo

<b>Ubicación de la Estación de conteo</b>	
Abscisa	km 19+600
Coordenadas Norte	9845620.432
Coordenadas Sur	786381.568

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

#### 3.1.3.2 Formato de conteo vehicular

Para realizar el conteo vehicular de una forma ordenada y entendible, se ha utilizado un formato distribuido en 5 secciones de la siguiente manera:

- Sección 1: Se detalla todos los datos informativos acerca del proyecto, día y hora del conteo vehicular y el sentido de fluencia del tráfico.
- Sección 2: Divide el conteo vehicular en las 12 horas del día, desglosando cada hora en un tiempo de 15 minutos.
- Sección 3: Se detalla los tipos de vehículos que pueden transitar por la vía, distribuidos en Livianos, Buses, Pesados y otros.



- Sección 4: Es el resultado de la sumatoria del tránsito generado por cada tipo de vehículo en el tiempo de 1 hora.
- Sección 5: Es la sumatoria de todo el tránsito que se ha generado en 1 hora de estudio.

**Figura 4:** Formato para conteo vehicular



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO												Sección 1
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												FICM
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
PROYECTO												IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA
Provincia:	Tungurahua	Fecha	23/5/2022	Nº Estación	1	Sentido	Ambos Sentidos		Responsable			Sección 4
Canton:	Baños	Día	Martes	Ubicación	Km 19+700	Estado de tiempo	Parcialmente nublado		Ficha Nº			
CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO												
Sección 2	LIVIANOS			BUSES		PESADOS			Sección 3	OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automóvil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	Cuatro Ejes (C-3)	Sin Ejes		
						Livianos	Pesados					
HORA												
7H00	7H00 - 7H15	126	49	10	12	8	14	2	0	2	1	809
	7H15 - 7H30	94	53	9	8	7		0	2	0	0	
	7H30 - 7H45	96	69	7	4			5	3	1	0	
	7H45 - 8H00	91	60	7	11	8	11	6	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		407	231	33	35	32	48	13	6	3	1	
8H00	8H00 - 8H15	110	56	13	7	6	14	3	1	1	0	763
	8H15 - 8H30	91	47	6	6	8	11	1	1	0	1	
	8H30 - 8H45	87	49	8	9	6	12	6	1	0	0	
	8H45 - 9H00	93	63	7	7	11	11	7	2	0	1	
SUMATORIA PARCIAL		381	215	34	29	31	48	17	5	1	2	
9H00 - 9H15	82	61	10	6	4	25		2	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		340	232	36	23	22	91	6	7	3	0	

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

### 3.1.3.3 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Para determinar el tráfico promedio diario anual se registra los datos recolectados en los 7 días de estudio, a continuación, se presenta la tabla resumen del flujo vehicular en el tiempo propuesto, mientras que las tablas generales se encuentran en el ANEXO A.

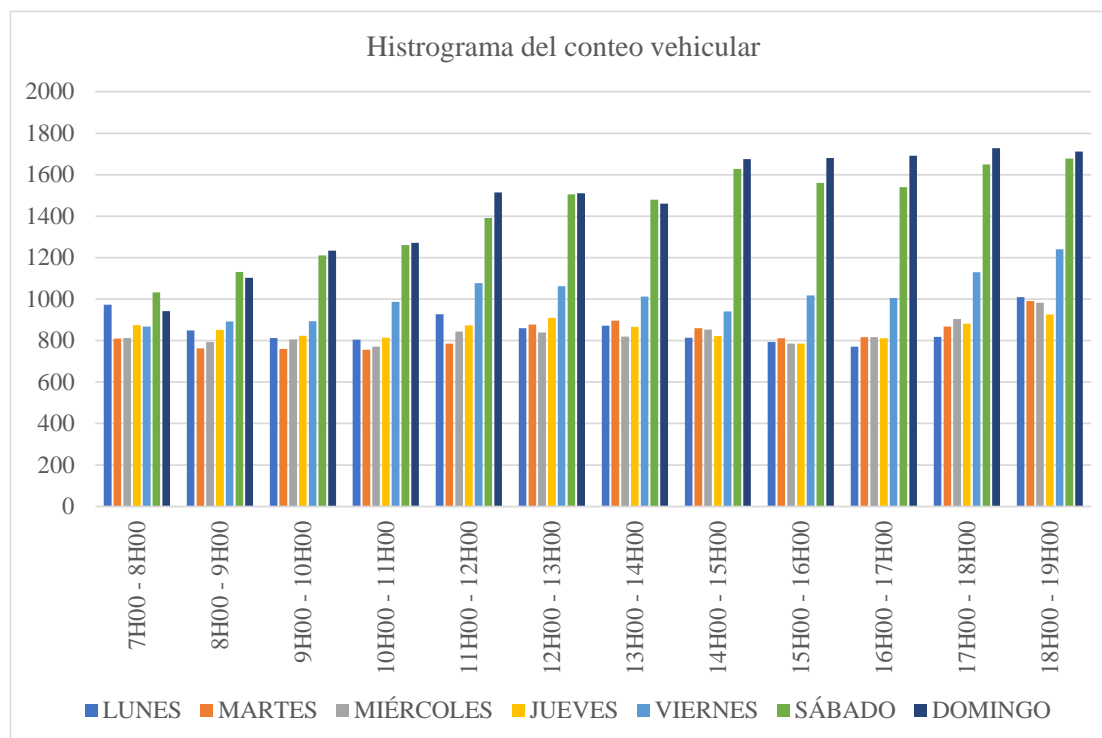
**Tabla 14:** Resumen del conteo vehicular

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>Proyecto:</b> IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
<b>Provincia:</b> Tungurahua		<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez					
<b>Canton:</b> Baños		<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Lopez					
RESUMEN SEMANAL DE CONTEO VEHICULAR							
HORA / DIA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
7H00 - 8H00	973	809	813	875	868	1032	942
8H00 - 9H00	849	763	794	852	892	1131	1103
9H00 - 10H00	813	760	805	823	893	1211	1234
10H00 - 11H00	804	755	771	814	987	1260	1271
11H00 - 12H00	927	785	844	873	1077	1392	1514
12H00 - 13H00	859	877	839	910	1062	1505	1510
13H00 - 14H00	872	896	819	867	1012	1479	1461
14H00 - 15H00	814	859	853	822	940	1628	1675
15H00 - 16H00	793	811	786	785	1017	1560	1681
16H00 - 17H00	771	816	816	811	1005	1540	1692
17H00 - 18H00	818	868	904	881	1129	1649	1728
18H00 - 19H00	1009	991	982	926	1240	1678	1711
<b>TOTAL:</b>	<b>10302</b>	<b>9990</b>	<b>10026</b>	<b>10239</b>	<b>12122</b>	<b>17065</b>	<b>17522</b>

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

La tabla 14 muestra el flujo vehicular total de Lunes a Viernes presente en la vía Patate-Baños ABS 18+700 hasta 22+200, se determinó que el domingo presenta la mayor movilidad vehicular con un total de 17522 veh/día.

**Figura 5:** Histograma del conteo vehicular semanal



**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Debido a que Baños es considerada una de las ciudades con más turismo en el Ecuador, siendo una de las principales conexiones de la Sierra con el Oriente Ecuatoriano, la mayor cantidad de vehículos presentes en la vía se dan lugar los fines de semana. La tabla 15 muestra que el mayor volumen vehicular se encuentra el domingo desde las 17:00 hasta las 18:00 en un día despejado. A continuación, se detalla su volumen vehicular

**Tabla 15:** Volumen horario del proyecto

CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO												
HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS			OTROS	Total	Suma total por hora	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
						Livianos	Pesados					
17H00	17H00 - 17H15	267	114	14	12	12	12	3	0	3	0	437
	17H15 - 17H30	291	125	14	16	7	6	4	1	0	0	464
	17H30 - 17H45	255	109	10	11	9	8	2	2	0	0	406
	17H45 - 18H00	269	116	8	9	10	6	2	0	1	0	421
Sumatoria Parcial		1082	464	46	48	38	32	11	3	4	0	
TOTAL		1592			86		50			0	1728	

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

El tráfico existente de la vía Patate-Baños se calculó en base al volumen horario del proyecto, el cual nos da como resultado 1728 veh/día, teniendo una gran presencia de vehículos livianos en el sector.

- **Cálculo del Factor de hora Pico**

La siguiente ecuación proporciona el factor de hora pico:

*Ecuación 14*

$$FP = \frac{Q_v}{4 * Q_{15m\acute{a}x}}$$

**Donde:**

**Q<sub>v</sub>:** Número de vehículos en la hora pico

**Q<sub>15m<sup>á</sup>x</sub>:** Flujo máximo de vehículos en el intervalo de 15 min en la hora pico

$$Fp = \frac{1728}{4 * 464}$$

$$Fp = 0.93$$

$$Fp \simeq 1$$

- **Cálculo del Tráfico promedio diario anual (TPDA)**

Para realizar el cálculo del TPDA se necesita la siguiente ecuación:

*Ecuación 15*

$$TPDA = \frac{VHP * FP}{K}$$

**Donde:**

**VHP:** Es igual al volumen de la hora pico

**FP:** Representa el factor de hora pico

**K:** Es una contante la cual dependerá de la zona de estudio del TPDA

**Tabla 16:** Valores de K según la zona

ZONA	K
Zona Urbana	Del 8% al 12%
Zona rural	Del 12% al 18%

**Fuente:** MTOP, 2013

Debido a la gran movilidad vehicular y que la vía se encuentra en una zona urbana, se escogió un valor promedio del **10%**.

- **TPDA(actual) para vehículos livianos**

$$TPDA = \frac{1592 * 1}{10\%}$$

$$TPDA = 15920 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

- **TPDA(actual) para buses**

$$TPDA = \frac{86 * 1}{10\%}$$

$$TPDA = 860 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

- **TPDA(actual) para vehículos pesados**

$$TPDA = \frac{50 * 1}{10\%}$$

$$TPDA = 500 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

**Tabla 17:** TPDA actual

Tipo de vehículo	Hora pico	TPDA (actual)
Livianos	1592	15920
Buses	86	860
Pesados	50	500
<b>Total</b>		<b>17280</b>

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

El TPDA (actual) o tráfico existente de la vía presenta un total de 17280 veh/día, los vehículos livianos presentan la mayor cantidad de flujo con un total de 15920 veh/día.

- **Cálculo del tráfico atraído**

Se deberá calcular el tráfico atraído para los vehículos livianos, buses y pesados que transiten por la vía, para la resolución se ocupó la **Ecuación 4**.

- **Tráfico atraído (Vehículos livianos)**

$$T(at) = 10\%(15920 \frac{veh}{día})$$

$$T(at) = 1592 \frac{veh}{día}$$

- **Tráfico atraído (Buses)**

$$T(at) = 10\%(860 \frac{veh}{día})$$

$$T(at) = 86 \frac{veh}{día}$$

- **Tráfico atraído (Vehículos pesados)**

$$T(at) = 10\%(500 \frac{veh}{día})$$

$$T(at) = 50 \frac{veh}{día}$$

**Tabla 18:** Tráfico atraído total

Tipo de vehículo	TPDA (actual)	Tráfico atraído
<b>Livianos</b>	15920	1592
<b>Buses</b>	860	86
<b>Pesados</b>	500	50
<b>Total</b>		<b>1728</b>

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

El tráfico atraído representa un valor de 1728 veh/día, valor que sumado el tráfico existente determina el TPDA total de la vía.

- **Tráfico promedio diario anual total**

Para encontrar el tráfico promedio diario anual total será necesaria la **Ecuación 2**.

- **TPDA Total (Vehículos livianos)**

$$TPDA(\text{Total}) = 15920 + 1592$$

$$TPDA(\text{Total}) = 17512 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

- **TPDA Total (Buses)**

$$TPDA(\text{Total}) = 860 + 86$$

$$TPDA(\text{Total}) = 946 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

- **TPDA Total (Vehículos pesados)**

$$TPDA(\text{Total}) = 500 + 50$$

$$TPDA(\text{Total}) = 550 \frac{\text{veh}}{\text{día}}$$

**Tabla 19: TPDA TOTAL**

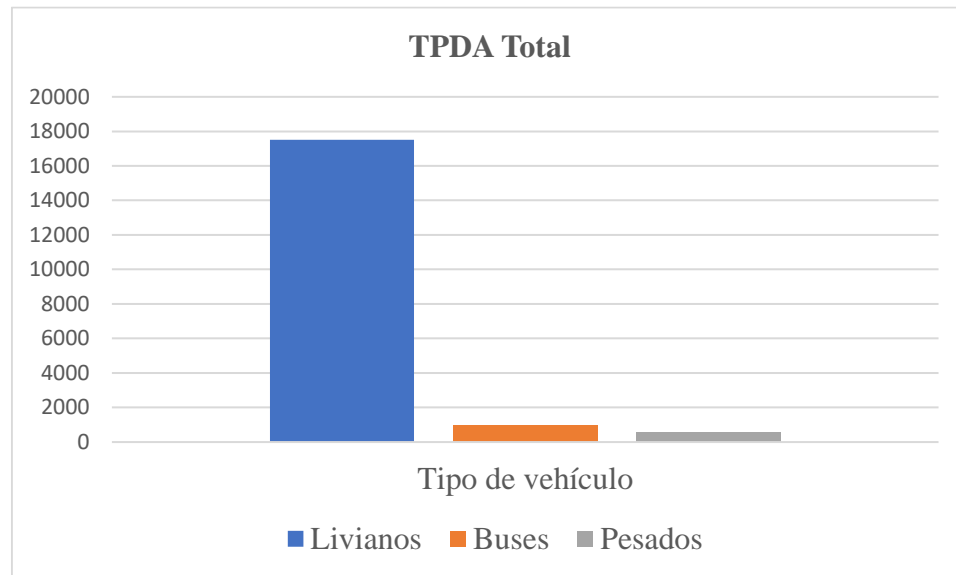
Tipo de vehículo	TPDA (actual)	Tráfico atraído	TPDA TOTAL	Porcentaje (%)
<b>Livianos</b>	15920	1592	17512	92,13
<b>Buses</b>	860	86	946	4,98
<b>Pesados</b>	500	50	550	2,89
<b>Total</b>			<b>19008</b>	<b>100</b>

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

El TPDA total del tramo final de la vía Patate-Baños presenta un valor de 19008 veh/día, contemplando un 92.13% de vehículos livianos, 4.98% buses y 2.89% vehículos pesados, el TPDA total proporciona el tráfico futuro de la vía en estudio.

En la siguiente figura se puede apreciar gráficamente el TPDA generado para cada tipo de vehículo.

**Figura 6:** TPDA total para cada tipo de vehículo



**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

La figura 6 muestra el TPDA total del proyecto, para lo cual se identificó que los vehículos livianos representen un valor significativo en el flujo vehicular del sector.

#### 3.1.3.4 Cálculo del tráfico futuro

Para realizar el cálculo del tráfico futuro se tomó en cuenta una proyección de 20 años, a partir del 2022 hasta el 2042.

La tabla 20 muestra el índice de crecimiento de tránsito propuesto por la INEC, tomando los valores hasta el año 2042 se calcula el tráfico futuro por la **Ecuación 3**.

**Tabla 20:** Índice de Crecimiento del tránsito



Periodo	Índice de crecimiento
2011-2016	1,54%
2017-2021	1,06%
2022-2026	0,81%
2027-2031	0,66%
2031-2036	0,55%
2037-2041	0,47%
2042-2046	0,42%
2047-2051	0,37%

**Fuente:** INEC



Para el cálculo del tráfico futuro se tomó en cuenta el índice de crecimiento desde el año 2022, con un valor de 0.81% hasta el año 2042 de 0.42%.

**Tabla 21:** Tráfico futuro de la vía Patate-Baños

		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 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.						
Provincia:		Tungurahua		Realizado por:		Juan Sebastián Sánchez		
Canton:		Baños		Revisado por:		Ing. Mg Alex Gustavo López		
TPDA TOTAL (Veh/día)		Livianos		Buses		Pesados		
		17512		946		550		
Número	Año	Tasa de crecimiento (%)			Tráfico futuro (veh/día)			Tráfico futuro
		Livianos	Buses	Pesados	Livianos	Buses	Pesados	
0	2022	0,81	0,81	0,81	17512	946	550	19008
1	2023	0,81	0,81	0,81	17654	954	554	19162
2	2024	0,81	0,81	0,81	17797	961	559	19317
3	2025	0,81	0,81	0,81	17941	969	563	19473
4	2026	0,81	0,81	0,81	18086	977	568	19631
5	2027	0,66	0,66	0,66	18098	978	568	19644
6	2028	0,66	0,66	0,66	18217	984	572	19773
7	2029	0,66	0,66	0,66	18337	991	576	19904
8	2030	0,66	0,66	0,66	18458	997	580	20035
9	2031	0,66	0,66	0,66	18580	1004	584	20168
10	2032	0,55	0,55	0,55	18499	999	581	20079
11	2033	0,55	0,55	0,55	18601	1005	584	20190
12	2034	0,55	0,55	0,55	18703	1010	587	20300
13	2035	0,55	0,55	0,55	18806	1016	591	20413
14	2036	0,55	0,55	0,55	18910	1022	594	20526
15	2037	0,47	0,47	0,47	18788	1015	590	20393
16	2038	0,47	0,47	0,47	18876	1020	593	20489
17	2039	0,47	0,47	0,47	18965	1024	596	20585
18	2040	0,47	0,47	0,47	19054	1029	598	20681
19	2041	0,47	0,47	0,47	19144	1034	601	20779
20	2042	0,42	0,42	0,42	19043	1029	598	20670

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

La tabla 21 presenta la proyección vehicular en ambos sentidos de la vía Patate-Baños de los siguientes 20 años, para lo cual se indica que el tráfico para el año 2042 tiene un total de 20670 vehículos/día.

➤ **Clasificación de la carretera según el tráfico futuro**

Para poder clasificar la carretera según los límites propuestos por la MOP 2003 en la tabla 21, se ha calculado el tráfico futuro de la vía Patate-Baños con una proyección de 20 años, el tráfico proyectado para el año 2042 será de 20670 veh/día, los cuales clasifican a la carretera como un corredor Arterial RI para lo cual será necesario que el TPDA proyectado sea mayor a 8000 veh/día.

**Tabla 22:** Clasificación de la carretera según el Tráfico futuro

Función	Clase de Carretera (MOP)	TPDAf (Año final de diseño)
Corredor Arterial	RI - RII	>8000
	I	3000-8000
Colectora	II	1000-3000
	III	300-1000
Vecinal	IV	100-300
	V	300

Fuente: MOP, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

De igual manera la vía se clasificará según su funcionalidad, las especificaciones de la MTOP 2013 propone una clasificación según el tráfico futuro, la tabla 21 muestra la descripción y la clasificación de la carretera.

**Tabla 23:** Clasificación funcional de la carretera según el tráfico futuro

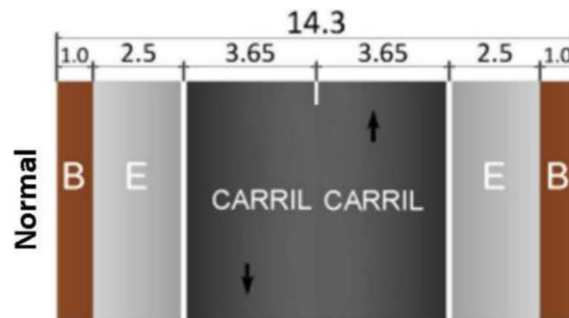
Descripción	Clasificación funcional	Tráfico futuro	
		Límite inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de dos carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Fuente: MTOP, 2013

La vía se considera como una Autovía o Carretera multicarril clase AV1, el TPDAf es 20670 veh/día por lo que entra en este tipo de carreteras con rango de 8000 a 26000 veh/día.

La funcionalidad de la carretera propone el siguiente esquema, que indica las dimensiones permisibles que debería tener este tipo de vías.

**Figura 7:** Dimensiones de vías de capacidad media



**Fuente:** Norma NEVI Volumen 2, 2012

El tramo final de la vía Patate-Baños presenta en mayor parte un ancho de vía de 8.2 m, valor que excede el ancho propuesto por la MTOP de 7.30 m, concluyendo que para el tráfico existente y para el futuro las dimensiones de la carretera son apropiadas para un correcto funcionamiento. [26]

### 3.1.3.5 Cálculo de ejes equivalentes

Tomando en cuenta la variedad de vehículos que transitan por la vía Patate-Baños, se deberán buscar los ejes equivalentes que transitarán por la vía en los próximos 20 años.

**Ecuación 16**

$$W18 = \left( \sum_{i=1}^n FD * TPDA_{\text{futuro}} \right) * 365 * Fd * DI$$

**Donde:**

**W18:** Valor para ejes equivalentes

**TPDA<sub>futuro</sub>:** Trafico promedio diario anual proyectado a 20 años

**FD:** Factor de daño

**Fd:** Factor de distribución direccional

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

Para determinar el factor de daño será necesaria la siguiente tabla, la cual indica el factor para cada tipo de vehículo.

**Tabla 24:** Factores de daño para cada tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple Doble		Tandem		Tridem		Factor de daño (FD)
	Ton	$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	
BUS C-2P	4	0.13	8	0.91	-	-	-	-	1.04
	2.5	0.02	-	-	-	-	-	-	1.29
	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
C-2G	6	0.68	11	3.24	-	-	-	-	3.92
C-3	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-4	6	0.68	-	-	-	-	25	1.4	2.08
C-5	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.76
C-6	6	0.68	-	-	18	2.07	25	1.4	4.15

**Fuente:** Guía Técnica de Pavimento, Ing. Fricson Moreira

Para el cálculo de los ejes equivalentes presentes en la vía se tomó en cuenta los factores de daño para buses y pesados tipo C1, C2 y C3.

A continuación, se presenta los factores de distribución direccional según el número de carriles:

**Tabla 25:** Factores de distribución direccional

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

**Fuente:** AASHTO 93 Diseño de estructuras del Pavimento, 2014

Debido a que la vía presenta en su mayoría tramos de 2 carriles, se escogió un 50% de vehículos por carril.

La siguiente tabla presenta los porcentajes de W18 por carril:

**Tabla 26:** Porcentaje de W18 por 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

Para el factor de daño se escogió un valor de 100% el cual representa que la vía consta de 1 carril en una dirección.

➤ **Cálculos típicos**

Se realiza el ejemplo del cálculo de los ejes equivalentes que transitan por la vía Patate-Baños en el año 2022, para posteriormente mostrar los resultados obtenidos hasta el año 2042.

➤ **W18 por año**

$$W18 = [((946 * 1.04) + (473 * 1.29) + (33 * 3.92) + (44 * 2.76)) * 365] * 1$$



$$W18 = 673356 \text{ ejes equivalentes por año}$$

➤ **W18 por Carril**

$$W18 = [((946 * 1.04) + (473 * 1.29) + (33 * 3.92) + (44 * 2.76)) * 365] * 0.5 * 1$$

$$W18 = 336678 \text{ ejes equivalentes por carril}$$

**Tabla 27:** Ejes equivalentes de la vía Patate-Baños

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO									
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA									
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de									
<b>Provincia:</b>	Tungurahua			<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez					
<b>Canton:</b>	Baños			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Gustavo López					
Factores de Daño										
<b>Bus</b>	1,04	<b>C-1</b>	1,29	<b>C2</b>	3,92	<b>C-3</b>	2,76			
EJES EQUIVALENTES										
Año	Tráfico proyecto a 20 años							W18 por año	W18 Acumulado	W18 por Carril
	Livianos	Buses	Pesados				TOTAL			
			C-1	C-2	C-3	Total				
2022	17512	946	473	33	44	550	19008	673356	673356	336678
2023	17654	954	477	33	44	554	19162	678276	1351632	675816
2024	17797	961	481	34	45	560	19318	685255	2036886	1018443
2025	17941	969	485	34	45	564	19474	690175	2727061	1363531
2026	18086	977	489	34	45	568	19631	695095	3422156	1711078
2027	18098	978	489	34	45	568	19644	695475	4117631	2058815
2028	18217	984	492	34	46	572	19773	700172	4817803	2408901
2029	18337	991	495	35	46	576	19904	705673	5523476	2761738
2030	18458	997	499	35	46	580	20035	709834	6233309	3116655
2031	18580	1004	502	35	47	584	20168	714911	6948220	3474110
2032	18499	999	500	35	46	581	20079	711064	7659284	3829642
2033	18601	1005	502	35	47	584	20190	715291	8374575	4187287
2034	18703	1010	505	35	47	587	20300	718601	9093176	4546588
2035	18806	1016	508	35	47	590	20412	722291	9815467	4907733
2036	18910	1022	511	36	48	595	20527	728420	10543886	5271943
2037	18788	1015	507	35	47	589	20392	721441	11265327	5632664
2038	18876	1020	510	36	47	593	20489	726182	11991509	5995755
2039	18965	1024	512	36	48	596	20585	729650	12721159	6360579
2040	19054	1029	515	36	48	599	20682	732960	13454119	6727060
2041	19144	1034	517	36	48	601	20779	735800	14189919	7094959
2042	19043	1029	514	36	48	598	20670	732489	14922408	<b>7461204</b>

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

La tabla 27 indica los ejes equivalentes de la vía Patate-Baños en la abscisa km 18+700 hasta el km 22+200 con una proyección de 20 años empezando en el 2022, se determinó que para el año 2042 serán 7461204 ejes equivalentes por carril.

### 3.1.4 Cálculo del Índice de condición del pavimento (PCI)

Para realizar la evaluación superficial del pavimento se ha utilizado el método PCI, para lo cual se realizó una evaluación visual del pavimento, para posteriormente analizar los resultados obtenido en campo y calificar la situación actual de la capa de rodadura.

#### 3.1.4.1 Unidades de muestreo

Para realizar la inspección visual de la capa de rodadura se deberán determinar las unidades de muestreo a evaluar a lo largo de la vía, las cuales deberán ser calculadas en base a la longitud y ancho de vía. Para el cálculo de las unidades de muestreo se tomará en cuenta que el tramo final de la vía Patate-Baños consta de dos tramos de carretera de dos carriles, y un tramo de 4 carriles con parterre, datos resumidos en la siguiente tabla:

**Tabla 28:** Datos para cálculo de unidades de muestreo

Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidad
Ancho promedio de la calzada	Av	11,2	m
Longitud del tramo	Lt	3500	m
Área del tramo	A	230±93 m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Error admisible estimado del PCI	e	5	%
Desviación estándar en pavimentos asfálticos	σ	10	

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

#### ➤ Longitud de Unidades de muestreo (L)

*Ecuación 17*

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

**Donde:**

**L:** Longitud de la unidad de muestreo

**A:** Área de muestreo

**Av:** Ancho promedio de la vía

$$L = \frac{230 \pm 93 \text{ m}^2}{11.2}$$

$$L = 28.84 \pm 12.23$$

$$L = 25 \text{ m}$$

➤ **Área Real del Tramo**

*Ecuación 18*

$$A = Av * L$$

**Donde:**

**L:** Longitud de la unidad de muestreo

**A:** Área de muestreo

**Av:** Ancho promedio de la vía

$$A = 11.2 \text{ m} * 25 \text{ m}$$

$$A = 280 \text{ m}^2$$

➤ **Número Total de Unidades de Muestreo**

*Ecuación 19*

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

**Donde:**

**N:** Unidades de muestreo

**Lt:** Tramo de la vía

**L:** Longitud de la unidad de muestreo



$$N = \frac{3500\text{m}}{25 \text{ m}}$$

$$N = 140$$

➤ **Número mínimo de unidades de muestreo**

*Ecuación 20*

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

**Donde:**

n: Número mínimo de unidades de muestreo

N= Total de unidades de muestreo en el pavimento

e= Error admisible para el valor estimado del PCI (e=5%)

$\sigma$ = Desviación estandar

$$n = \frac{140 \cdot 10^2}{\frac{0.05^2}{4} \cdot (140 - 1) + 10^2}$$

$$n = 14.45 \approx 14 \text{ Unidades}$$

➤ **Intervalo de muestreo**

*Ecuación 21*

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

**Donde:**

i: Intervalo de muestreo

N: Unidades de muestreo

n: Número mínimo de unidades de muestreo

$$i = \frac{140}{14}$$

$i = 10$  Unidades

➤ **Corrección del número de unidades de muestreo**

*Ecuación 22*

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

**nc:** Número corregido de las Unidades de muestreo

**N:** Número total de Unidades de muestreo

**n:** Número mínimo de las unidades de muestreo

$$nc = \frac{140}{10}$$

$nc = 14$  Unidades

**3.1.4.2 Sección y área de cada muestreo**

Para realizar la evaluación del pavimento del tramo final de la vía Patate-Baños se realizará el estudio de 14 unidades de muestreo con una longitud de 25 m, las unidades de muestreo serán tomadas cada 250 metros comenzando desde la abscisa 18+700. A continuación, se detalla el de área de cada unidad de muestreo.

**Tabla 29:** Abscisas y áreas en unidades de muestreo

Unidad de muestreo	Abscisa (m)		Ancho de vía (m)		Área (m <sup>2</sup> )
	Inicial	Final	Inicial	Final	
U1	18+700	18+725	9,5	9,4	236,25
U2	18+950	18+975	9,5	9,6	238,75
U3	19+200	19+225	9,5	9,5	237,5
U4	19+450	19+475	9,5	9,7	240
U5	19+700	19+725	9,4	9,4	235
U6	19+950	19+975	13,8	13,5	341,25
U7	20+200	20+225	13,6	13,5	338,75
U8	20+450	20+475	13,4	13,4	335
U9	20+700	20+725	13,4	13,5	336,25
U10	20+950	20+975	11,2	11,2	280
U11	21+200	21+225	11,2	11,1	278,75
U12	21+450	21+475	7,5	7,5	187,5
U13	21+700	21+725	7,6	7,5	188,75
U14	21+950	21+975	7,4	7,5	186,25

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Revisando la tabla 29 se identificó que existe una gran variación en los anchos de las unidades de muestreo presentes en la vía, encontrando un ancho mínimo de 7.5 y un máximo de 13.5.

### 3.1.4.3 Formato para evaluación del Índice de la condición del pavimento (PCI)

Para que el proceso de recolección de datos de la evaluación superficial del pavimento se realice de una manera técnica y cronológica, se deberá seguir un formato el cual detalle el manual de fallas en pavimentos, junto con todos los datos necesarios para determinar el PCI del área seleccionada. El formato constara de 5 secciones que se detallaran a continuación:

- **Sección 1:** En la sección 1 se detallará todos los datos informativos acerca del proyecto, junto con la ubicación y medidas del área de muestreo.
- **Sección 2:** La sección 2 muestra el manual de fallas en pavimentos flexibles, con su respectiva unidad de medición y código de identificación.
- **Sección 3:** La sección 3 representa un esquema el cual consta de una representación graficas de las fallas presentes en cada unidad de muestreo.

- **Sección 4:** En la sección 4 se ingresarán todos los datos obtenidos, tales como la severidad, cantidades, densidad y valor deducido de cada falla, juntos con los cálculos necesarios para determinar el PCI y la condición del pavimento del tramo seleccionado.

**Figura 8:** Formato para evaluación del PCI

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 18+700 – 22+700 VÍA DE TUNGURAHUA						
Abscisa Inicial	20+700	#Unidad de Muestreo	U	Archo del Carril	13,75		
Abscisa Final	20+725	Área de Muestreo	343,75	Fecha:	23/5/2022		
Realizado por:	Juan Sebastián Sánchez		Revisado por:	Ing. Mz Alex Lomez			
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
Nº	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA			
1	PC	Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>				
2	EX	Exudación	m <sup>2</sup>				
3	AB	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>				
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m				
5	C	Cornugación	m <sup>2</sup>				
6	D	Depresión	m <sup>2</sup>				
7	GB	Grieta de	m				
8	GR	Grieta de reflexión	m				
9	DB	Desnivel de carnillo/berma	m				
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
11	P	Parqueo	m <sup>2</sup>				
12	PA	Pulimiento de agregados	m <sup>2</sup>				
13	HU	Huecos	U				
14	A	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>				
15	DZ	Desplazamiento	m <sup>2</sup>				
16	GP	Grietas parabólicas	m <sup>2</sup>				
17	HI	Hinchamiento	m <sup>2</sup>				
18	DA	Desprendimiento de agregados	m <sup>2</sup>				
19	CF	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>				
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)				
PC (1)	X			3,72		1,08%	12
AH (4)		X		0,7		0,20%	5
				<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>			17
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI
							83
				<b>Condición del Pavimento</b>		Muy bueno	

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

### 3.1.4.4 Resultados del Índice de condición del pavimento

Se presentan los resultados obtenidos para cada unidad de muestreo, en la cual se detalla las condiciones en las que se encuentra y el nivel de intervención en el pavimento.

**Tabla 30:** Resultados del Ensayo PCI

# de Muestra	Abscisa inicial	Abscisa final	Área del tramo (m <sup>2</sup> )	PCI por muestra	Clasificación
1	18+700	18+725	236,25	93	Excelente
2	18+950	18+975	238,75	97	Excelente
3	19+200	19+225	237,5	54	Regular
4	19+450	19+475	242,5	74	Muy Bueno
5	19+700	19+725	241,25	61	Bueno
6	19+950	19+975	345	62	Bueno
7	20+200	20+225	343,75	71	Muy Bueno
8	20+450	20+475	342,5	42	Regular
9	20+700	20+725	343,75	83	Muy Bueno
10	20+950	20+975	280	71	Muy Bueno
11	21+200	21+225	278,75	76	Muy Bueno
12	21+450	21+475	187,5	60	Bueno
13	21+700	21+725	188,75	84	Muy Bueno
14	21+950	21+975	186,25	68	Bueno
<b>Promedio</b>				71,14	Muy Bueno

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Para poder determinar el índice de condición del pavimento de la vía Patate-Baños en la Abscisa km 18+700 hasta km 22+200, ha sido necesario analizar 14 unidades de muestreo en las cuales se determinó el PCI de cada muestra y se lo calificó según la tabla 1, con el fin de encontrar el estado actual de la capa de rodadura de toda la vía en estudio, se realizó un promedio de los resultados de las muestras obtenidas, encontrando un valor promedio del PCI de 71. 14, el cual clasifica a la vía como Muy Buena y según la tabla 4 se deberá realizar un mantenimiento a lo largo de toda la capa de rodadura para así generar comodidad y seguridad a todos los vehículos que transiten por la vía Patate-Baños.

### 3.1.5 Deflexión del Pavimento por medio de la Viga Benkelman

Se identifica las deflexiones del pavimento a lo largo de toda la vía, tomando unidades de muestreo cada 200 m. La Viga Benkelman proporciona las deflexiones de la capa de rodadura generadas por una carga desplazada a una distancia de 0 cm, 25 cm, 50 cm, 100 cm, 500 cm y 800 cm para cada unidad de muestreo. El ensayo se realizará a una distancia aproximada de 1 metro con respecto al borde de la vía.

**Tabla 31:** Deflexiones obtenidas de la Viga Benkelman

Estación	Abscisa (Km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	18+700	7,5	24	0,0	11	18	20	22	27
2	18+900	7,5	23	0,0	8	10	16	17	24
3	19+100	7,5	25	0,0	12	12	14	15	22
4	19+300	7,5	23	0,0	10	17	17	19	23
5	19+500	7,5	23	0,0	11	16	23	24	32
6	19+700	7,5	20	0,0	11	14	19	21	26
7	19+900	7,5	21	0,0	12	14	16	18	25
8	20+100	7,5	24	0,0	7	9	15	18	21
9	20+300	7,5	22	0,0	13	21	25	27	33
10	20+500	7,5	21	0,0	12	17	21	22	29
11	20+700	7,5	26	0,0	10	11	18	19	24
12	20+900	7,5	25	0,0	9	13	18	21	28
13	21+100	7,5	28	0,0	12	16	18	20	24
14	21+300	7,5	26	0,0	11	12	17	20	27
15	21+500	7,5	22	0,0	13	20	21	24	35
16	21+700	7,5	24	0,0	12	15	22	25	31
17	21+900	7,5	23	0,0	11	17	22	26	29
18	22+100	7,5	21	0,0	8	11	14	19	27

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

La tabla 31 muestra que la capa de rodadura tiene un espesor de 7.5 cm, temperaturas que varían entre 20 y 28 (°C) y las deflexiones medidas por la viga Benkelman.

#### 3.1.5.1 Corrección por Relación de Brazos de la Viga Benkelman

Para determinar las deflexiones reales se realizó la corrección por relación de brazos de la viga por utilizando la **Ecuación 5**.

- **Calculo Típico**

$$D_0 = 2 * (D800 - D0)$$

$$D_0 = 2 * (27 - 0)$$

$$D_0 = 54 \times 10^{-2} \text{mm}$$

**Tabla 32:** Deflexiones corregidas por Relación de Brazos de Viga Benkelman

Estación	Abscisa (Km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	18+700	7,5	24	54,0	32	18	14	10	0,00
2	18+900	7,5	23	48,0	32	28	16	14	0,00
3	19+100	7,5	25	44,0	20	20	16	14	0,00
4	19+300	7,5	23	46,0	26	12	12	8	0,00
5	19+500	7,5	23	64,0	42	32	18	16	0,00
6	19+700	7,5	20	52,0	30	24	14	10	0,00
7	19+900	7,5	21	50,0	26	22	18	14	0,00
8	20+100	7,5	24	42,0	28	24	12	6	0,00
9	20+300	7,5	22	66,0	40	24	16	12	0,00
10	20+500	7,5	21	58,0	34	24	16	14	0,00
11	20+700	7,5	26	48,0	28	26	12	10	0,00
12	20+900	7,5	25	56,0	38	30	20	14	0,00
13	21+100	7,5	28	48,0	24	16	12	8	0,00
14	21+300	7,5	26	54,0	32	30	20	14	0,00
15	21+500	7,5	22	70,0	44	30	28	22	0,00
16	21+700	7,5	24	62,0	38	32	18	12	0,00
17	21+900	7,5	23	58,0	36	24	14	6	0,00
18	22+100	7,5	21	54,0	38	32	26	16	0,00

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Realizadas las correcciones por brazos de viga Benkelman encontramos que las deflexiones reales presentan un valor de 0 en D800.

### 3.1.5.2 Corrección de deflexiones por temperatura

Debido a los cambios drásticos de la temperatura de la zona, ha sido necesario realizar correcciones de las deflexiones tomando en cuenta una temperatura estándar de 20 °C.

Para realizar el cálculo se aplicó la **Ecuación 6**.

- **Cálculo Típico**

$$D_{20\text{ °C}} = \frac{54}{0.001 * (24 - 20\text{ °C}) * 7.5 + 1}$$

$$D_{20\text{ °C}} = 52.43 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

**Tabla 33:** Deflexiones corregidas por Temperatura

Estación	Abscisa (Km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	18+700	7,5	24	52,43	31,07	17,48	13,59	9,71	0,00
2	18+900	7,5	23	46,94	31,30	27,38	15,65	13,69	0,00
3	19+100	7,5	25	42,41	19,28	19,28	15,42	13,49	0,00
4	19+300	7,5	23	44,99	25,43	11,74	11,74	7,82	0,00
5	19+500	7,5	23	62,59	41,08	31,30	17,60	15,65	0,00
6	19+700	7,5	20	52,00	30,00	24,00	14,00	10,00	0,00
7	19+900	7,5	21	49,63	25,81	21,84	17,87	13,90	0,00
8	20+100	7,5	24	40,78	27,18	23,30	11,65	5,83	0,00
9	20+300	7,5	22	65,02	39,41	23,65	15,76	11,82	0,00
10	20+500	7,5	21	57,57	33,75	23,82	15,88	13,90	0,00
11	20+700	7,5	26	45,93	26,79	24,88	11,48	9,57	0,00
12	20+900	7,5	25	53,98	36,63	28,92	19,28	13,49	0,00
13	21+100	7,5	28	45,28	22,64	15,09	11,32	7,55	0,00
14	21+300	7,5	26	51,67	30,62	28,71	19,14	13,40	0,00
15	21+500	7,5	22	68,97	43,35	29,56	27,59	21,67	0,00
16	21+700	7,5	24	60,19	36,89	31,07	17,48	11,65	0,00
17	21+900	7,5	23	56,72	35,21	23,47	13,69	5,87	0,00
18	22+100	7,5	21	53,60	37,72	31,76	25,81	15,88	0,00

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

La Tabla 33 muestra las deflexiones del pavimento corregidas por temperatura, para obtener resultados reales se tomó como referencia una temperatura global de 20 °C.

### 3.1.5.3 Corrección por Estacionalidad

Para realizar la corrección de las deflexiones por estacionalidad, será necesario seleccionar el factor de corrección el cual dependerá del tipo de suelo y la estación.



**Tabla 34:** Factores de Corrección por Estacionalidad

Tipo de suelo de la Subrasante	Estación lluviosa	Estación seca
Arenosa-Permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa-Sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Se realizó una corrección la cual dependerá de la estación de la zona a evaluar, se escogió un valor de 1 para una estación lluviosa. Para el cálculo será necesaria la **Ecuación 7**.

- **Cálculo Típico**

$$D = 1 * 52.43 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D = 52.43 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

**Tabla 35:** Deflexiones corregidas por Estacionalidad

Estación	Abscisa (Km)	Espesor (cm)	Temperatura (°C)	Lectura del deflectómetro en Campo (x 10e-2 mm)					
				D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	18+700	7,5	24	52,43	31,07	17,48	13,59	9,71	0,00
2	18+900	7,5	23	46,94	31,30	27,38	15,65	13,69	0,00
3	19+100	7,5	25	42,41	19,28	19,28	15,42	13,49	0,00
4	19+300	7,5	23	44,99	25,43	11,74	11,74	7,82	0,00
5	19+500	7,5	23	62,59	41,08	31,30	17,60	15,65	0,00
6	19+700	7,5	20	52,00	30,00	24,00	14,00	10,00	0,00
7	19+900	7,5	21	49,63	25,81	21,84	17,87	13,90	0,00
8	20+100	7,5	24	40,78	27,18	23,30	11,65	5,83	0,00
9	20+300	7,5	22	65,02	39,41	23,65	15,76	11,82	0,00
10	20+500	7,5	21	57,57	33,75	23,82	15,88	13,90	0,00
11	20+700	7,5	26	45,93	26,79	24,88	11,48	9,57	0,00
12	20+900	7,5	25	53,98	36,63	28,92	19,28	13,49	0,00
13	21+100	7,5	28	45,28	22,64	15,09	11,32	7,55	0,00
14	21+300	7,5	26	51,67	30,62	28,71	19,14	13,40	0,00
15	21+500	7,5	22	68,97	43,35	29,56	27,59	21,67	0,00
16	21+700	7,5	24	60,19	36,89	31,07	17,48	11,65	0,00
17	21+900	7,5	23	56,72	35,21	23,47	13,69	5,87	0,00
18	22+100	7,5	21	53,60	37,72	31,76	25,81	15,88	0,00

**Autor:** Juan Sebastián Sanchez

Las correcciones por estacionalidad serán el último paso para obtener las deflexiones reales en el pavimento, mediante los valores obtenidos se determinó los radios de curvatura, deflexión característica, admisible y crítica del pavimento.

### 3.1.5.4 Cálculo del Radio de Curvatura

El radio de curvatura es el elemento encargado de relacionar el pavimento y las deflexiones calculadas dentro de la vía, se calculó mediante la **Ecuación 8**.

- **Cálculo Típico**

$$R_c = \frac{3125}{52.43 - 31.07}$$

$$R_c = 146.31 \text{ m}$$

**Tabla 36:** Radios de Curvatura

Estación	Abscisa (Km)	Dc (x 10e-2 mm)		Radio de curvatura (m)
		D0	D25	
1	18+700	52,43	31,07	146,31
2	18+900	46,94	31,30	199,71
3	19+100	42,41	19,28	135,09
4	19+300	44,99	25,43	159,77
5	19+500	62,59	41,08	145,24
6	19+700	52,00	30,00	142,05
7	19+900	49,63	25,81	131,18
8	20+100	40,78	27,18	229,91
9	20+300	65,02	39,41	122,00
10	20+500	57,57	33,75	131,18
11	20+700	45,93	26,79	163,28
12	20+900	53,98	36,63	180,12
13	21+100	45,28	22,64	138,02
14	21+300	51,67	30,62	148,44
15	21+500	68,97	43,35	122,00
16	21+700	60,19	36,89	134,11
17	21+900	56,72	35,21	145,24
18	22+100	53,60	37,72	196,78

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Los radios de curvatura presentes en las 18 estaciones situadas a lo largo de la vía muestran valores mayores a 100, por lo que según el estudio CONREVIAL clasifica las deflexiones como Tipo I con un correcto comportamiento del pavimento.

### 3.1.5.5 Cálculo de la Deflexión Característica

Para determinar la deflexión característica del pavimento se empleará una serie de cálculos los cuales se presentan a continuación:

**Tabla 37:** Desviación Estándar para Deflexiones Recuperables

Estación	Abscisa (Km)	D0	(Dm-D0)	(Dm-D0) <sup>2</sup>
1	18+700	52,43	0,39	0,15
2	18+900	46,94	5,87	34,49
3	19+100	42,41	10,41	108,31
4	19+300	44,99	7,83	61,30
5	19+500	62,59	-9,77	95,55
6	19+700	52,00	0,82	0,67
7	19+900	49,63	3,19	10,17
8	20+100	40,78	12,04	144,97
9	20+300	65,02	-12,21	149,03
10	20+500	57,57	-4,75	22,57
11	20+700	45,93	6,88	47,39
12	20+900	53,98	-1,16	1,34
13	21+100	45,28	7,53	56,76
14	21+300	51,67	1,14	1,30
15	21+500	68,97	-16,15	260,78
16	21+700	60,19	-7,38	54,42
17	21+900	56,72	-3,91	15,26
18	22+100	53,60	-0,78	0,61
<b>Promedio</b>		<b>52,82</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>1065,08</b>

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Los resultados obtenidos en la tabla 37 son la base para calcular la desviación estándar y las deflexiones características del pavimento.

- **Cálculo Desviación Estándar**

Para calcular la desviación estándar presentes en el pavimento se emplea la **Ecuación 9**.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1065.08}{(18 - 1)}}$$

$$\sigma = 7.915$$

A continuación, se presenta la tabla 38 la cual indica las diferentes ecuaciones para el cálculo de la deflexión característica, propone diferentes valores de diseño y extensión del pavimento.

**Tabla 38:** Ecuaciones para Deflexión Característica

Valor de diseño (%)	Deflexión Característica (Dc)	Extensión del Pavimento $\check{D} > Dc$
50	$\check{D}$	50
75	$\check{D} + 0.674 * \sigma$	25
85	$\check{D} + \sigma$	15
90	$\check{D} + 1.3 * \sigma$	10
95	$\check{D} + 1.645 * \sigma$	5
98	$\check{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\check{D} + 2.33 * \sigma$	1
99,9	$\check{D} + 3 * \sigma$	0.1

Fuente: Estudio CONREVIAl

El estudio CONREVIAl sugiere trabajar con la deflexión característica a un 95% del valor de diseño, con un 5% de probabilidad de superación del área de estudio. [27]

- **Cálculo de la deflexión característica**

Para calcular la deflexión característica se emplea la **Ecuación 10**.

$$Dc = 52.82 + 1.645 * 7.915$$

$$Dc = 65.83 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

### 3.1.5.6 Cálculo de la deflexión admisible

Se puede calcular a partir de los ejes equivalentes de diseño de la vía en estudio, la deflexión admisible se calcula utilizando la **Ecuación 11**.

$$D_{adm} = \left( \frac{1.15}{0.0336678} \right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 241.75 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

### 3.1.5.7 Cálculo de la Deflexión Crítica

Se determina a partir de los ejes acumulados en los años proyectados de la vía, la deflexión crítica se calcula por la **Ecuación 12**.

$$D_{cr} = \left( \frac{1.9}{0.0336678} \right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 214.03 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

### 3.1.5.8 Tipos de Deflexiones

Revisando los resultados obtenidos en las deflexiones y radios de curvatura de toda la vía en estudio, se puede determinar el tipo de deflexión de la misma, tomando en cuenta el comportamiento de la subrasante y del pavimento.

**Tabla 39:** Tipo de Deflexiones

Tipo de Deflexión	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

El estudio CONREVIAl clasifica las deflexiones según el comportamiento de la subrasante y del pavimento, los cuales dependen directamente de las deflexiones características y el radio de curvatura respectivamente.

### 3.1.5.9 Resultados del ensayo Deflexiones por la Viga Benkelman

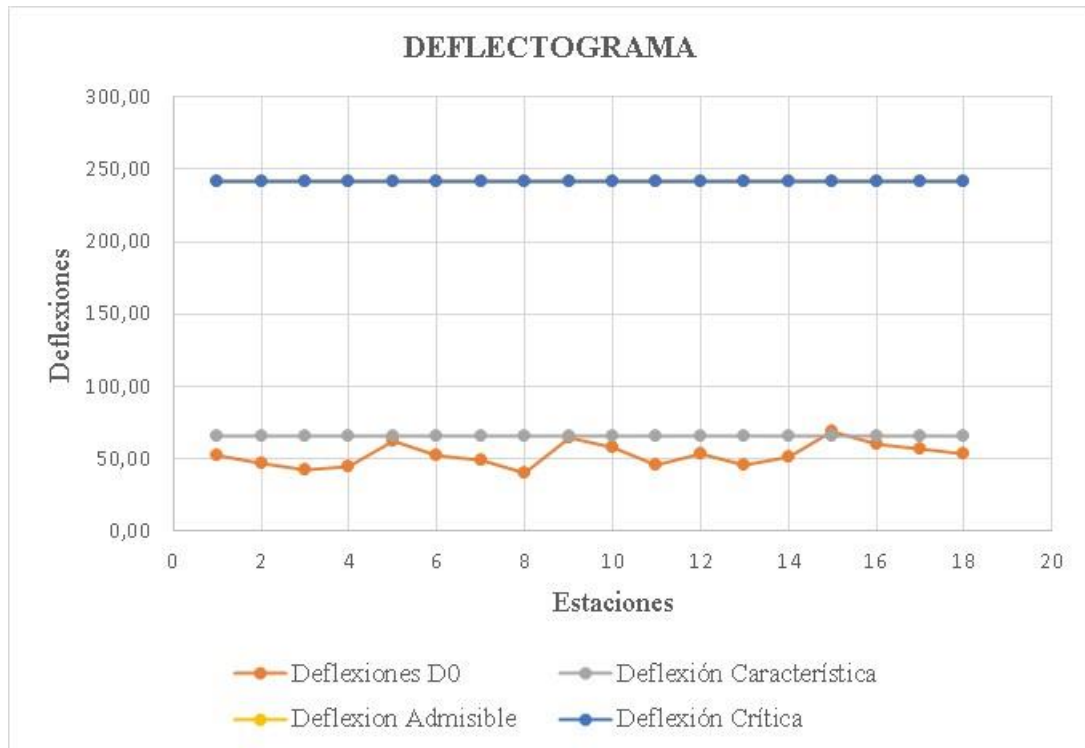
Para que el ensayo se cumpla en su totalidad se ha calculado distintos elementos presentes en la siguiente tabla:

**Tabla 40:** Deflexión del Pavimento en la vía Patate-Baños

Estación	Abscisa (Km)	D0	Radio de curvatura (m)	Deflexiones ( x 10 <sup>-2</sup> mm)			Tipo de Deflexión	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del Pavimento
				Característica	Admisible	Crítica			
1	18+700	52,43	146,31	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
2	18+900	46,94	199,71	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
3	19+100	42,41	135,09	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
4	19+300	44,99	159,77	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
5	19+500	62,59	145,24	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
6	19+700	52,00	142,05	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
7	19+900	49,63	131,18	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
8	20+100	40,78	229,91	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
9	20+300	65,02	122,00	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
10	20+500	57,57	131,18	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
11	20+700	45,93	163,28	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
12	20+900	53,98	180,12	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
13	21+100	45,28	138,02	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
14	21+300	51,67	148,44	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
15	21+500	68,97	122,00	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
16	21+700	60,19	134,11	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
17	21+900	56,72	145,24	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno
18	22+100	53,60	196,78	65,838	241,75	241,75	Tipo I	Bueno	Bueno

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

**Figura 9:** Deflectograma de la vía Patate-Baños



**Autor:** Juan Sebastián Sanchez

El estudio deflectométrico realizado en el tramo final de la vía Patate-Baños ha determinado que las deflexiones presentes en el pavimento son de tipo I, debido a que la deflexión crítica es menor a la admisible, se las considera con el mismo valor, el pavimento presenta deflexiones características menores a las admisibles y un radio de curvatura mayor a 100, por lo que se considera que el comportamiento de la subrasante y del pavimento es bueno.

### 3.1.6 Análisis del Estudio de suelos

Las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante será la encargada de dar a conocer la resistencia a la aplicación de diferentes cargas y las deformaciones permisibles que podrá tener una vía, para conocer las propiedades del tramo final de la vía Patate-Baños se tomó 3 muestras de suelo aproximadamente cada 1000 metros, tomando en cuenta que para el muestreo se deberá realizar una excavación de 1 metro de largo por un metro de ancho y una profundidad aproximada de 1 metro, se extrajo 50 kg de suelo de

cada muestra, con el fin de realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, CBR y Proctor modificado.

**Tabla 41:** Ubicación de las calicatas de la vía Patate-Baños

Calicatas	Abscisa	Coordenadas		Cantidad (Kg)
		Norte	Este	
1	19+400	9845500.25	786251.454	50
2	20+800	9846090.022	787355.044	50
3	21+800	9845664.337	788239.634	50

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

### 3.1.6.1 Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico nos ayuda a clasificar el suelo según la norma seleccionada, con la ayuda de tamices se separó los agregados gruesos de los finos, para proceder a clasificar el suelo fino mediante un juego de tamices completo, desde el tamiz #8 de 2.36 mm hasta el #200 de 0.075 mm de abertura, los resultados proporcionan el tipo de suelo de cada muestra obtenida, junto con sus porcentajes de grava, arena y limos.

**Tabla 42:** Análisis Granulométrico del Suelo

Número de Muestra	Grava (%G)	Arena (%S)	Limos Arcillas (Finos%)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
				SUCS	ASHTO
1	0	87	13	Arena Limosa (SM)	A-1-b
2	0	87	13	Arena Limosa (SM)	A-2-4
3	0	79	21	Arena Bien Graduada (SW)	A-2-4

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Mediante el análisis granulométrico se determinó que la muestra 1 y 2 presenta una arena limosa según la norma SUCS, A-1-b y A-2-4 respectivamente, mientras que la muestra 3 presenta una arena bien graduada (SW) según la norma SUCS y A-2-4 según la AASHTO.



### 3.1.6.2 Límites de Atterberg

#### Límite Líquido

Para realizar el ensayo ha sido necesario una muestra de suelo de 300 gramos, la cual con un cierto porcentaje de agua ha sido previamente mezclada en mortero. Se colocó la mezcla en el equipo Copa Casa Grande y con la ayuda de un ranurador se dividió la muestra verticalmente, el equipo proporcionará una serie de golpes hasta volver a unir la mezcla de suelo, al culminar el ensayo se extrae dos muestras de la mezcla para determinar su contenido de humedad.

#### Límite Plástico

Para realizar el límite plástico se utilizó una muestra de suelo de 300 gramos, el ensayo consiste en realizar sobre una placa de vidrio 5 rollos de suelo de aproximadamente 4 cm de longitud. Al finalizar el ensayo se determinó el contenido de humedad de cada muestra.

A continuación, se presentan los límites de Atterberg de las 3 muestras de suelo:

**Tabla 43:** Resultados Límites de Atterberg

Número de Muestra	Límite Líquido (LL%)	Límite Plástico (LP%)	Índice de Plasticidad (IP%)
1	25,08	20,73	4,35
2	20,7	20,24	0,46
3	21,3	20,854	0,446

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

La tabla 43 muestra los resultados del límite líquido y plástico de las 3 calicatas recolectas, de igual manera presenta el índice de plasticidad el cual será la diferencia de los límites de Atterberg.

### 3.1.6.3 Proctor Modificado Tipo B

El ensayo Proctor Modificado determina la densidad seca Máxima y el contenido de humedad óptimo de una muestra de suelo. Para cada ensayo se necesitó aproximadamente 5000 gramos de suelo y se añadió agua de forma progresiva en cada muestra, la mezcla se colocó en un molde cilíndrico y mediante el martillo compactador se compactó 5 capas

con 56 golpes cada una, los datos obtenidos del porcentaje de agua del ensayo serán la base para calcular el CBR del suelo.

**Tabla 44:** Resultados del Ensayo Proctor Modificado

Número de Muestra	Tipo de Suelo		Densidad Seca yd (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad Óptima W <sub>ópt</sub> (%)
	AASHTO	SUCS		
1	A-1-b	Arena Limosa (SM)	2,008	7,84
2	A-2-4	Arena Limosa (SM)	1,714	10,52
3	A-2-4	Arena Bien Graduada (SW)	1,74	11,65

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

La tabla 44 muestra los resultados del ensayo Proctor modificado de las 3 muestras de suelo, el cual detalla la densidad seca y la humedad óptima de cada calicata.

#### 3.1.6.4 Ensayo de Soporte de California CBR

La densidad máxima seca y el contenido de humedad óptimo encontrados en el Proctor modificado de las 3 muestras de suelo, han sido necesarios para determinar la resistencia al corte de cada muestra, para darle una clasificación y determinar el uso permisible.

**Tabla 45:** Clasificación del suelo según el CBR

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

**Fuente:** Diseño de Pavimentos, AASHTO-93

En el ANEXO C se encuentran los resultados obtenidos de todo el estudio de suelos, incluido el CBR, su clasificación y el uso de cada muestra ensayada.

**Tabla 46:** Resultados del Ensayo CBR

<b>Número de Muestra</b>	<b>%CBR</b>	<b>Clasificación del Suelo según él %CBR</b>	<b>Usos</b>
<b>1</b>	27.5	Excelente	Subrasante
<b>2</b>	10	Regular-Buena	Subrasante
<b>3</b>	13.10	Regular-Buena	Subrasante

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Debido a que la muestra 1 se encuentra en un rango de valores de 20-30, se lo califica como un suelo para subrasante en Excelente estado, mientras que las muestras 2 y 3, presentan un %CBR entre 8-20 con su uso para subrasante en estado Regular-Buena.

### **3.1.7 Plan de conservación vial**

El proceso realizado a lo largo de todo el trabajo ha sido la base para cumplir todos los objetivos propuestos acerca del tema de investigación, los diferentes ensayos como la determinación del índice de condición del pavimento, las deflexiones presentes en el mismo y los ensayos de laboratorio han sido necesarios para detallar el estado actual del Pavimento de la vía Patate-Baños en la abscisa Km 18+700 hasta Km 22+200 de la provincia de Tungurahua.

El Índice de condición del pavimento ha sido una pieza clave para determinar el estado actual de la capa de rodadura de la vía en estudio, los resultados obtenidos han dado a conocer que el PCI del tramo final de la vía Patate-Baños, el cual abarca 3500 metros de longitud, ha resultado en un valor promedio de 71.14, contemplando que la vía se encuentra en un estado muy bueno, a continuación se presenta las fallas que han sido identificadas a lo largo de toda la vía, con el área que será intervenida y la solución para que la capa de rodadura no sea un problema para los vehículos que transiten por el sector.

**Tabla 47:** Resumen de las fallas presentes en el Pavimento

Tipo de falla	Unidad de Muestreo	Abscisa (Km)		Cantidad por intervenir	Unidad	Intervención
		Inicial	Final			
Piel de Cocodrilo	U3	19+200	19+225	10,32	m2	Sellado superficial o una Sobre carpeta
	U4	19+450	19+475	4,65		
	U5	19+700	19+725	9,76		
	U6	19+950	19+975	13,65		
	U7	20+200	20+225	11,8		
	U8	20+450	20+475	13,2		
	U9	20+700	20+725	3,72		
	U10	20+950	20+975	9,15		
	U11	21+200	21+225	5,82		
	U12	21+450	21+475	9,9		
	U13	21+700	21+725	2,99		
U14	21+950	21+975	15,3			
Agrietamiento en Bloque	U1	18+700	18+725	11,16	m2	Sellado con material bituminoso
	U3	19+200	19+225	10,32		
	U12	21+450	21+475	16,5		
Abultamientos y Hundimientos	U3	19+200	19+225	0,85	m	Parcheo Parcial
	U9	20+700	20+725	0,7		
Grieta de Borde	U12	21+450	21+475	9,9	m	Sellado de Grietas
Grietas Longitudinales y Transversales	U1	18+700	18+725	9	m	Sellado de Grietas
	U2	18+950	18+975	2,4		
	U4	19+450	19+475	1,7		
	U5	19+700	19+725	7,1		
	U13	21+700	21+725	2,4		
	U14	21+950	21+975	1,6		
Huecos	U8	20+450	20+475	1	Unidad	Parcheo Parcial o Profundo
Ahuellamiento	U8	20+450	20+475	1,6	m2	Sobre carpeta o Fresado
Desprendimiento de agregados	U4	19+450	19+475	0,7	m2	Sobre Carpeta, Sello superficial o tratamiento superficial
	U5	19+700	19+725	0,36		
	U6	19+950	19+975	1,04		
	U7	20+200	20+225	4,29		
	U8	20+450	20+475	0,71		
	U11	21+200	21+225	0,9		
	U13	21+700	21+725	3,64		

**Autor:** Juan Sebastián Sánchez

Los estudios realizados en campo han sido la base para interpretar el tipo de intervención de la vía, las deflexiones encontradas a lo largo de todo el pavimento son de carácter medio y sus radios de curvatura se encuentran en el rango establecido, según el estudio CONREVIAl el pavimento presenta deflexiones Tipo I, las cuales indican que el comportamiento de la subrasante y del pavimento son de buena calidad.

### 3.1.7.1 Mantenimiento vial

Los datos obtenidos de cada ensayo realizado en el tramo final de la vía Patate-Baños, han sido interpretados y se propone realizar un mantenimiento rutinario a lo largo de toda la vía, como podemos observar en la tabla 48, una vía que presente un valor del PCI entre 85 y 70, deberá ser intervenida con un mantenimiento Preventivo-Rutinario, para lo cual se realizara una serie de actividades que mantendrán la vía en condiciones óptimas y se enfocara en la seguridad del conductor.

**Tabla 48:** Mantenimiento vial según el PCI

Valor del PCI	Estado de la vía	Tipo de Intervención	Acciones
100 a 85	Excelente	Mantenimiento Preventivo-Rutinario	Sellado de fisuras, Lechada Asfáltica y Parcheos
85 a 70	Muy Bueno		
70 a 55	Bueno	Mantenimiento Correctivo-Rutinario	Refuerzo de la capa de rodadura y Recapeo
55 a 40	Regular		
40 a 25	Malo	Rehabilitación	Reemplazo de la capa de rodadura
25 a 10	Muy Malo	Reconstrucción	Reconformación de las capas estructurales del Pavimento
10 a 0	Fallado		

**Fuente:** ASTM D6433-07, 2007

El Manual de Mantenimiento de carreteras de Colombia propone un plan de mantenimiento Rutinario el cual busca recuperar las características de la vía por medio de las siguientes actividades indicadas en la tabla 49.

**Tabla 49:** Mantenimiento Rutinario de Carreteras

<b>MANTENIMIENTO DE CARRETERAS</b>	
Mantenimiento Rutinario	<b>Actividades</b>
	Sellado de grietas en calzada y Bermas
	Parcheo en calzada y Bermas pavimentadas
	Parcheo Temporal en calzada y bermas pavimentadas
	Bacheo de pavimentos asfálticos
Nivelación de Bermas granulares no revestidas	

**Fuente:** Manual de Mantenimiento de Carreteras, Colombia, 2016

Mediante los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados en la vía en estudio, las acciones propuestas por la norma ASTM D6433-07, 2007 y el mantenimiento Rutinario elaborado en la ciudad de Medellín-Colombia, se propone realizar un Plan de Mantenimiento Rutinario aplicando las siguientes actividades que conserven la capa de rodadura y promuevan la seguridad del conductor.

- **Sellado de Grietas o fisuras**

Para sellar las grietas presentes en el pavimento, se deberá limpiar la capa de rodadura y se aplicará aire comprimido a las grietas existentes, las fisuras serán rellanadas con concreto asfáltico para proceder a la aplicación de riego de liga. [28]

- **Lechada Asfáltica**

Está compuesta de emulsión asfáltica de quiebre lento, agregados finos, y agua, da como resultado una mezcla cremosa la cual se encargará de impermeabilizar y sellar la superficie del pavimento. [29]

- **Parqueo Superficial**

Es la reparación de baches que afecten solamente a la capa de rodadura, las demás capas de la estructura del pavimento deberán encontrarse en buenas condiciones. Consiste en aplicar al área afectada una mezcla asfáltica en frío o caliente. [30]

- **Parqueo Profundo**

Reparación de baches o reemplazo de una zona del pavimento cuando afecte a toda su estructura, incluyendo parte de la base y subbase. Consiste en aplicar al área afectada una mezcla asfáltica en frío o caliente. [30]

- **Sellos Bituminosos**

La superficie de trabajo deberá encontrarse limpia para aplicar asfalto mediante un distribuidor de presión, aplicado el asfalto se procederá a rellenarlo con áridos de grano fino.

El mantenimiento se lo realizará mínimo una vez al año, para mejorar su aspecto y su funcionalidad se deberán tomar en cuenta las siguientes actividades:

- **Conservación de la Señalética Vertical:** Debido a la gran movilidad vehicular del sector las señales de tránsito deberán permanecer limpias y en buen estado para precautelar la seguridad de los conductores.
- **Conservación de la Señalética Horizontal:** Las señales deberán estar limpias y mantener la tonalidad correcta para indicar cualquier parámetro a los conductores.
- **Limpieza de alcantarillas:** Evitar el taponamiento de alcantarillas provocará que el agua circule de tal manera que no afecte a la estructura del pavimento.
- **Limpieza general de la vía:** Se deberá realizar una limpieza de toda la capa de rodadura, retirando cualquier objeto o material que obstaculice el paso de vehículos.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- El Levantamiento Georreferenciado realizado en la vía Patate-Baños en la ABS Km 18+700 hasta Km 22+200 de la Provincia de Tungurahua generó una representación gráfica de la vía en la aplicación Civil 3D, modelo digital que plasmo la mayor cantidad de detalles de la vía con un total de 376 puntos recolectados, con sus respectivas coordenadas Norte, Sur y elevación, la vía resulto tener una longitud de 3.5 km y un ancho promedio de 11.2 m, dimensiones apropiadas para el tipo de vía propuesto, además se identificó que la vía presenta la señalética necesaria y un buen sistema de drenaje a lo largo del tramo.
- Al determinar la movilidad vehicular del sector, se determinó un TPDA de 19008 veh/día, se realizó una proyección del tráfico en un periodo de 20 años, lo cual indicó que para el año 2042 existirá un tráfico de 20670 veh/día, valor que según la MTOP 2013 clasifica a la vía como una Autovía o carretera multicarril AV1, cuyas características son las apropiadas para el flujo vehicular del sector.
- Para determinar el Índice de condición del pavimento (PCI) de la vía en estudio, se analizó 14 unidades de muestreo a lo largo de todo el tramo seleccionado, obteniendo un valor promedio del PCI de 71.14, resultado que según la norma ASTM D6433-07 califica al pavimento como Muy Bueno, el cual sugiere se realice un Mantenimiento Preventivo-Rutinario al tramo final de la vía Patate-Baños.
- Se determinó las deflexiones presentes en el pavimento por medio del ensayo Viga Benkelman, se obtuvo una deflexión característica de  $65.83 \times 10^{-2}$  mm, resultado que se encuentra por debajo de la deflexión admisible de  $241.75 \times 10^{-2}$  mm, de igual manera las 18 estaciones ensayadas dieron como resultado radios de curvatura mayores a 100, según el método CONREVIAl los parámetros indicados dan a conocer que la vía presenta deflexiones tipo I, con un comportamiento de la subrasante y del pavimento en buen estado.



- Mediante los ensayos de Granulometría y Límites de Atterberg realizados a las 3 calicatas recolectadas a lo largo de la vía, se logró clasificar el suelo como un limo o grava arcillosa y arena (A-2-4) según la norma AASHTO y como una arena limosa (SM) según la norma SUCS.
- Los resultados del ensayo CBR realizado a las 3 calicatas recolectadas son 27.5, 10 y 13.1 respectivamente, al comparar con la norma AASHTO-93 se determinó que el valor obtenido de la muestra 1 se encuentra en el rango de 20 a 30, lo cual clasifica al suelo como una Subrasante de Excelente estado, por otro lado, las muestras 2 y 3 se encuentran en el rango de 8 a 20, clasificando al suelo como una Subrasante de calidad Buena a Regular.
- Mediante los resultados obtenidos en el estudio de suelos, PCI y las deflexiones presentes en el pavimento, se concluye que la vía en estudio tiene un comportamiento de buena calidad, sin embargo, en ciertos tramos presenta fallas de carácter leve las cuales podrán ser corregidas con la implementación de un Mantenimiento Rutinario, se lo realizará mínimo una vez al año y su objetivo será conservar en un estado óptimo la vía Patate-Baños en la ABS Km 18+700 hasta Km 22+200 de la Provincia de Tungurahua.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda preparar con anticipación el equipo y los materiales que serán necesarios para el cumplimiento de cada ensayo, así mismo calibrar correctamente los instrumentos de precisión para obtener resultados reales con un bajo porcentaje de error.
- Para realizar el mantenimiento rutinario de la vía en estudio se recomienda realizar una evaluación del pavimento mínimo una vez al año, debido a la gran movilidad vehicular del sector el pavimento puede presentar fallas a corto plazo que deberán ser analizadas para dar una solución inmediata.
- Se recomienda realizar estudios de mantenimiento vial a las carreteras de mayor importancia en el Ecuador con el fin de conservar las vías en buen Estado, y prevenir daños de mayor severidad los cuales darán paso a un mantenimiento de mayor costo y de largo plazo.

- Se recomienda utilizar el equipo de seguridad necesario para realizar cualquier trabajo de campo o de laboratorio, casco y chaleco reflectivo serán fundamentales para promover la seguridad, así mismo la utilización de un cono de tráfico para realizar los ensayos de campo será vital para prevenir accidentes de tránsito.

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

### **Referencias Bibliográficas**

- [1] G. W. Flintsch, *Estado de la gestión de activos viales en América Latina y el Caribe*, vol. 741. Inter-American Development Bank, 2019.
- [2] A. Bull, «recursos naturales e infraestructura, Mejoramiento de la gestión vial con aportes específicos del sector privado», 2003.
- [3] Corporación Andina de Fomento, «Mantenimiento vial. Informe sectorial Serie informes sectoriales. Infraestructura», 2010.
- [4] B. Mundial, «Garantizar buenos caminos para todos: la transformación de la cultura de mantenimiento vial en Paraguay», 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/results/2018/06/27/mantenimiento-vial-paraguay>. [Accedido: 15-may-2022].
- [5] J. J. P. Toinga, «“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA: CEVALLOS-QUERO EN EL TRAMO KM 5+800 AL KM 9+100 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”», UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2019.
- [6] Ing. René Alexander Rodríguez González, «Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo», Universidad Técnica de Ambato, 2011.
- [7] C. Durán, «Estudio de Necesidades de Transporte público para el Cantón Baños Baños de Agua Santa, en el periodo 2020-2025», Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, 2021.

- [8] Franquet Bernis José María Querol Gómez Antonio, «Nivelación de terrenos por regresión tridimensional». [En línea]. Disponible en:  
<https://books.google.com.ec/books?id=qJwn2UqPC28C&pg=PA22&dq=levantamiento+topografico&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi33JbN2NX3AhUhsTEKHZfLCWgQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=levantamiento topografico&f=false>. [Accedido: 12-may-2022].
- [9] P. N. Antoni, «Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática», 2011. [En línea]. Disponible en:  
<https://books.google.com.ec/books?id=xip1wtr8k58C&pg=PA56&dq=georreferenciacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwui64Xf2tX3AhVgSTABHRNCDwgQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=georreferenciacion&f=false>. [Accedido: 13-may-2022].
- [10] M. de transporte y obras publicas del Ecuador, *Norma para estudios y diseños viales*. QUITO, 2013.
- [11] R. Cal y J. Cardenas Grisales, *Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega, 2018.
- [12] C. A. Beltrán Narváez, «LAS CONDICIONES DE LAS VÍAS CENTRALES DE LA PARROQUIA EL ROSARIO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS MORADORES», Universidad Técnica de Ambato, 2013.
- [13] R. BUSTIOS ROBLES, «CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO - SURCO – LIMA», Universidad Ricardo Palma, 2015.
- [14] M. S. Bach. JINCHUÑA ALANOCA, «EVALUACIÓN POR DEFLECTOMETRÍA Y LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA AV. BILLINGHURST, TRAMO: AV. BOLOGNESI – AV. TARAPACÁ – TACNA,

2019», Universidad Privada de Tacna, 2020.

- [15] J. Badillo, *Mecánica de Suelos Tomo I*. México, 2005.
- [16] R. R. Alfonso y H. Del Castillo, «La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y ...», 2005. [En línea]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=rU\\_pA257zUEC&pg=PA24&dq=granulometría&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiVtbr27Nf3AhXhRTABHUqWDycQ6AF6BAGKEAI#v=onepage&q=granulometría&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=rU_pA257zUEC&pg=PA24&dq=granulometría&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiVtbr27Nf3AhXhRTABHUqWDycQ6AF6BAGKEAI#v=onepage&q=granulometría&f=false). [Accedido: 13-may-2022].
- [17] M. F. Laica Moreira, «DISEÑO GEOMÉTRICO DEL CAMINO VECINAL LA INDEPENDENCIA – ANILLO VIAL HACIA LA COMUNIDAD JAIME ROLDÓS AGUILERA II BLOQUE, UBICADO EN EL CANTÓN ARAJUNO, PROVINCIA DE PASTAZA», Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [18] B. M. Das y J. C. León, *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. Cengage Learning, 2012.
- [19] L. S. Pilatasig Murillo, «ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS VALORES DEL LÍMITE LÍQUIDO OBTENIDOS POR COPA DE CASAGRANDE Y PENETRÓMETRO DE CONO PARA SUELOS FINOS DEL CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA DE PASTAZA», Universidad Técnica de Ambato, 2021.
- [20] G. López Maldonado, «Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado», 2020.
- [21] J. V. Amaya Arcos, «CORRELACIÓN ENTRE EL CBR Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS GRANULARES, DE LAS PARROQUIAS IZAMBA Y PICAIHUA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA», Universidad Técnica de Ambato, 2020.
- [22] F. Reyes Lizcano y H. Rondón Quintana, «Pavimentos: Materiales, construcción y diseño», 2015. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=zuwcDgAAQBAJ&pg=PP24&dq=pavime>

nto+flexible&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj5I-  
nudX3AhWAsYQIHdaEBjkQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=pavimento  
flexible&f=false. [Accedido: 13-may-2022].

- [23] R. I. TUMI ROJAS, «ANÁLISIS SUPERFICIAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MANTENIMIENTO VIAL DE LA AV. MALECÓN RIBEREÑO, DISTRITO DE MOQUEGUA – 2014», UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI, 2019.
- [24] A. E. López, *Metodología de la investigación contable*. Editorial Paraninfo, 2002.
- [25] T. Grajales, «Tipos de investigación», *line*(27/03/2.000). *Revisado el*, vol. 14, 2000.
- [26] Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador, *NORMA ECUATORIANA VIAL - NEVI 12*. Quito, 2013.
- [27] M. de T. y C. (MTC), *Consortio de Rehabilitación vial-Conrevial*. 2014.
- [28] R. J. Rebolledo, «Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos», *Univ. Austral Chile*, 2010.
- [29] T. I. Herrera San Román, «Método de diseño y construcción de la lechada asfáltica" Slurry Seal"», Universidad Andrés Bello, 2007.
- [30] E. F. PAUCAR CURO, «EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS APLICANDO LAS METODOLOGIAS DE INSPECCIÓN VISUAL DE ZONAS Y RUTAS EN RIESGO E ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA EL MANTENIMIENTO VIAL, CASO DE LA AV. FLORAL Y JR. CARABAYA, PUNO.», UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2019.

Anexos

# **ANEXO A**

# **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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Provincia:</b>	Tungurahua	<b>Fecha:</b>	23/5/2022	<b>N° Estación:</b>	1	<b>Sentido:</b>	Ambos Sentidos	<b>Responsable:</b>	Juan Sebastián Sánchez
<b>Canton:</b>	Baños	<b>Día:</b>	Lunes	<b>Ubicación:</b>	Km 19+700	<b>Estado de tiempo:</b>	Despejado	<b>Ficha N°:</b>	1

**CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO**

HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
												
7H00	7H00 - 7H15	118	62	12	15	9	22	3	1	0	0	973
	7H15 - 7H30	146	52	15	12	7	16	2	1	0	0	
	7H30 - 7H45	132	56	9	14	6	14	1	4	3	0	
	7H45 - 8H00	122	71	9	10	6	19	4	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>518</b>	<b>241</b>	<b>45</b>	<b>51</b>	<b>28</b>	<b>71</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
8H00	8H00 - 8H15	119	54	10	12	9	12	2	3	1	0	849
	8H15 - 8H30	105	46	9	9	7	14	2	0	1	0	
	8H30 - 8H45	94	62	12	5	7	15	4	1	1	0	
	8H45 - 9H00	121	64	7	8	8	16	6	2	0	1	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>439</b>	<b>226</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>57</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	
9H00	9H00 - 9H15	89	46	10	9	8	20	3	2	1	0	813
	9H15 - 9H30	96	68	9	11	6	18	1	3	1	0	
	9H30 - 9H45	90	56	9	12	7	16	2	1	0	0	
	9H45 - 10H00	110	60	7	9	7	22	1	1	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>385</b>	<b>230</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>28</b>	<b>76</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
10H00	10H00 - 10H15	107	55	15	12	9	20	2	0	0	0	804
	10H15 - 10H30	91	60	10	9	9	19	2	1	1	0	
	10H30 - 10H45	80	56	14	15	4	14	1	1	1	0	
	10H45 - 11H00	94	49	16	10	7	16	1	1	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>372</b>	<b>220</b>	<b>55</b>	<b>46</b>	<b>29</b>	<b>69</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
11H00	11H00 - 11H15	96	60	12	9	9	16	2	2	0		927
	11H15 - 11H30	119	54	15	10	8	22	3	1	1		
	11H30 - 11H45	127	49	10	10	8	24	4	3	1		
	11H45 - 12H00	134	69	16	6	6	15	1	3	2		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>476</b>	<b>232</b>	<b>53</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>77</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	

12H00	12H00 - 12H15	98	62	9	9	8	21	2	1	1		859
	12H15 - 12H30	117	61	9	6	7	18	5	3	1		
	12H30 - 12H45	126	49	4	7	7	14	4	0	0		
	12H45 - 13H00	105	52	12	12	9	16	1	2	1		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>446</b>	<b>224</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>69</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
13H00	13H00 - 13H15	112	62	9	10	8	16	2	1	0	0	872
	13H15 - 13H30	92	51	14	9	6	25	6	1	1	0	
	13H30 - 13H45	105	65	8	11	3	15	5	0	1	0	
	13H45 - 14H00	123	56	12	15	5	18	3	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>432</b>	<b>234</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>22</b>	<b>74</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
14H00	14H00 - 14H15	86	61	11	10	9	22	2	1	1	0	814
	14H15 - 14H30	91	56	8	9	8	14	6	1	0	0	
	14H30 - 14H45	82	51	10	11	8	16	5	3	2	0	
	14H45 - 15H00	116	64	10	12	5	16	5	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>375</b>	<b>232</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>30</b>	<b>68</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
15H00	15H00 - 15H15	86	49	15	10	8	16	2	2	2		793
	15H15 - 15H30	81	62	16	9	7	14	4	1	0		
	15H30 - 15H45	102	50	16	6	7	20	6	4	2		
	15H45 - 16H00	94	52	10	14	3	19	4	0	0		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>363</b>	<b>213</b>	<b>57</b>	<b>39</b>	<b>25</b>	<b>69</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
16H00	16H00 - 16H15	80	49	10	15	9	22	0	2	1	0	771
	16H15 - 16H30	92	52	8	12	7	19	3	5	1	0	
	16H30 - 16H45	76	69	11	10	7	18	6	1	0	0	
	16H45 - 17H00	72	65	11	8	3	16	6	3	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>320</b>	<b>235</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>26</b>	<b>75</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
17H00	17H00 - 17H15	86	55	12	16	6	20	1	3	3	0	818
	17H15 - 17H30	106	52	11	5	6	15	4	0	0	1	
	17H30 - 17H45	92	60	11	12	5	16	7	4	2	0	
	17H45 - 18H00	94	62	8	10	9	15	6	2	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>378</b>	<b>229</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>26</b>	<b>66</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	
18H00	18H00 - 18H15	126	62	10	16	6	22	2	1	1	0	1009
	18H15 - 18H30	104	70	12	20	8	19	1	1	0	0	
	18H30 - 18H45	139	56	16	18	8	18	0	0	0	0	
	18H45 - 19H00	134	79	9	16	9	21	2	2	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>503</b>	<b>267</b>	<b>47</b>	<b>70</b>	<b>31</b>	<b>80</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	















**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Provincia:</b>	Tungurahua	<b>Fecha:</b>	24/5/2022	<b>N° Estación:</b>	1	<b>Sentido:</b>	Ambos Sentidos	<b>Responsable:</b>	Juan Sebastián Sánchez
<b>Canton:</b>	Baños	<b>Día:</b>	Martes	<b>Ubicación:</b>	Km 19+700	<b>Estado de tiempo:</b>	Despejado	<b>Ficha N°:</b>	2

**CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO**

HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
												
7H00	7H00 - 7H15	126	49	10	12	8	14	2	0	2	1	809
	7H15 - 7H30	94	53	9	8	7	11	0	2	0	0	
	7H30 - 7H45	96	69	7	4	9	12	5	3	1	0	
	7H45 - 8H00	91	60	7	11	8	11	6	1	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>407</b>	<b>231</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	
8H00	8H00 - 8H15	110	56	13	7	6	14	3	1	1	0	763
	8H15 - 8H30	91	47	6	6	8	11	1	1	0	1	
	8H30 - 8H45	87	49	8	9	6	12	6	1	0	0	
	8H45 - 9H00	93	63	7	7	11	11	7	2	0	1	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>381</b>	<b>215</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>48</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
9H00	9H00 - 9H15	82	61	10	6	4	25	2	2	0	0	760
	9H15 - 9H30	82	56	7	4	7	14	2	5	0	0	
	9H30 - 9H45	108	65	8	5	6	28	2	0	1	0	
	9H45 - 10H00	68	50	11	8	5	24	0	0	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>340</b>	<b>232</b>	<b>36</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>91</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
10H00	10H00 - 10H15	76	46	8	9	8	16	1	1	0	0	755
	10H15 - 10H30	88	42	12	6	3	22	3	1	1	0	
	10H30 - 10H45	121	57	8	6	5	20	7	3	1	0	
	10H45 - 11H00	91	44	16	8	7	14	1	1	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>376</b>	<b>189</b>	<b>44</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
11H00	11H00 - 11H15	116	61	14	8	7	21	4	3	1		785
	11H15 - 11H30	81	49	12	6	9	17	0	3	3		
	11H30 - 11H45	94	45	11	9	7	18	1	4	0		
	11H45 - 12H00	74	41	20	5	7	19	5	4	6		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>365</b>	<b>196</b>	<b>57</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>75</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	

12H00	12H00 - 12H15	99	58	8	8	9	17	1	3	1		877
	12H15 - 12H30	96	53	8	7	4	17	3	2	2		
	12H30 - 12H45	114	53	14	9	6	23	9	1	0		
	12H45 - 13H00	123	60	22	3	8	26	8	2	0		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>432</b>	<b>224</b>	<b>52</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>83</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
13H00	13H00 - 13H15	134	48	8	5	7	20	6	0	0	0	896
	13H15 - 13H30	111	62	7	7	5	22	7	1	0	0	
	13H30 - 13H45	124	59	7	7	5	15	7	3	2	0	
	13H45 - 14H00	84	68	15	12	8	25	4	1	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>453</b>	<b>237</b>	<b>37</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	<b>82</b>	<b>24</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
14H00	14H00 - 14H15	89	63	10	6	6	24	10	0	0	0	859
	14H15 - 14H30	99	59	12	6	8	20	7	2	1	0	
	14H30 - 14H45	104	57	12	9	6	17	4	0	3	0	
	14H45 - 15H00	122	55	12	4	9	18	3	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>414</b>	<b>234</b>	<b>46</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>79</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
15H00	15H00 - 15H15	105	59	19	12	9	10	1	3	1		811
	15H15 - 15H30	101	46	12	6	4	23	9	2	0		
	15H30 - 15H45	94	36	15	6	8	21	7	0	0		
	15H45 - 16H00	115	39	11	10	6	15	5	1	0		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>415</b>	<b>180</b>	<b>57</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>69</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
16H00	16H00 - 16H15	94	52	12	12	8	21	1	0	0	0	816
	16H15 - 16H30	78	49	15	10	4	15	5	2	0	0	
	16H30 - 16H45	106	64	9	5	9	19	4	3	3	0	
	16H45 - 17H00	102	60	11	6	7	22	5	1	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>380</b>	<b>225</b>	<b>47</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	<b>77</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
17H00	17H00 - 17H15	94	65	10	12	9	24	2	4	1	0	868
	17H15 - 17H30	81	60	15	6	7	20	7	3	1	0	
	17H30 - 17H45	103	52	11	15	7	17	5	2	3	0	
	17H45 - 18H00	116	49	16	16	8	12	7	4	4	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>394</b>	<b>226</b>	<b>52</b>	<b>49</b>	<b>31</b>	<b>73</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	
18H00	18H00 - 18H15	137	68	12	15	9	15	2	2	0	0	991
	18H15 - 18H30	125	72	14	18	10	12	3	0	0	0	
	18H30 - 18H45	118	56	15	20	8	10	2	1	1	0	
	18H45 - 19H00	131	60	12	11	9	16	5	1	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>511</b>	<b>256</b>	<b>53</b>	<b>64</b>	<b>36</b>	<b>53</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	












**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Provincia:</b>	Tungurahua	<b>Fecha:</b>	25/5/2022	<b>N° Estación:</b>	1	<b>Sentido:</b>	Ambos Sentidos	<b>Responsable:</b>	Juan Sebastián Sánchez
<b>Canton:</b>	Baños	<b>Día:</b>	Miercoles	<b>Ubicación:</b>	Km 19+700	<b>Estado de tiempo:</b>	ParcialmenteNublado	<b>Ficha N°</b>	3

**CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO**

HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
						Livianos	Pesados					
7H00	7H00 - 7H15	96	56	12	16	9	15	1	1	1	0	813
	7H15 - 7H30	112	50	8	12	6	10	0	1	0	0	
	7H30 - 7H45	119	48	8	10	3	12	3	0	1	0	
	7H45 - 8H00	98	59	11	11	8	11	4	0	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>425</b>	<b>213</b>	<b>39</b>	<b>49</b>	<b>26</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
8H00	8H00 - 8H15	129	52	15	12	8	16	1	0	1	0	794
	8H15 - 8H30	104	45	10	15	4	12	1	0	1	0	
	8H30 - 8H45	91	61	10	8	3	9	2	1	0	0	
	8H45 - 9H00	84	62	8	11	3	14	0	1	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>408</b>	<b>220</b>	<b>43</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>51</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
9H00	9H00 - 9H15	94	60	12	15	9	20	1	3	0	0	805
	9H15 - 9H30	109	49	11	12	4	18	0	0	0	0	
	9H30 - 9H45	84	54	11	11	6	15	0	1	0	0	
	9H45 - 10H00	106	52	8	11	6	22	0	0	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>393</b>	<b>215</b>	<b>42</b>	<b>49</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
10H00	10H00 - 10H15	98	56	10	12	9	19	2	0	1	0	771
	10H15 - 10H30	94	45	7	15	7	14	0	1	1	0	
	10H30 - 10H45	92	52	9	6	7	15	3	2	0	0	
	10H45 - 11H00	84	64	12	11	4	16	1	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>368</b>	<b>217</b>	<b>38</b>	<b>44</b>	<b>27</b>	<b>64</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
11H00	11H00 - 11H15	89	69	12	12	8	20	1	2	1		844
	11H15 - 11H30	123	52	10	10	5	14	1	1	2		
	11H30 - 11H45	94	56	15	10	4	17	4	0	2		
	11H45 - 12H00	105	47	12	9	7	21	3	6	0		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>411</b>	<b>224</b>	<b>49</b>	<b>41</b>	<b>24</b>	<b>72</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	

12H00	12H00 - 12H15	136	42	10	12	8	20	1	5	1		839
	12H15 - 12H30	105	49	10	6	7	15	1	0	0		
	12H30 - 12H45	116	55	9	15	7	12	5	1	0		
	12H45 - 13H00	94	44	12	12	3	18	6	1	1		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>451</b>	<b>190</b>	<b>41</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
13H00	13H00 - 13H15	88	55	10	12	9	23	1	2	1	0	819
	13H15 - 13H30	109	69	10	10	6	16	6	0	2	0	
	13H30 - 13H45	98	49	9	10	6	15	5	1	0	0	
	13H45 - 14H00	87	65	8	8	4	19	1	5	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>382</b>	<b>238</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>73</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
14H00	14H00 - 14H15	104	46	9	10	3	12	2	1	5	0	853
	14H15 - 14H30	94	52	6	15	6	16	6	1	0	0	
	14H30 - 14H45	116	59	15	12	7	21	3	4	2	0	
	14H45 - 15H00	122	49	14	16	7	15	3	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>436</b>	<b>206</b>	<b>44</b>	<b>53</b>	<b>23</b>	<b>64</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	
15H00	15H00 - 15H15	96	49	18	15	9	12	6	1	0		786
	15H15 - 15H30	91	56	12	12	8	18	5	0	0		
	15H30 - 15H45	86	53	9	10	9	17	4	5	2		
	15H45 - 16H00	84	49	16	9	3	17	2	2	1		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>357</b>	<b>207</b>	<b>55</b>	<b>46</b>	<b>29</b>	<b>64</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
16H00	16H00 - 16H15	95	49	15	15	6	18	2	1	4	0	816
	16H15 - 16H30	106	57	12	12	5	17	3	3	1	0	
	16H30 - 16H45	87	59	16	6	5	21	0	1	0	0	
	16H45 - 17H00	79	69	9	8	8	20	4	1	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>367</b>	<b>234</b>	<b>52</b>	<b>41</b>	<b>24</b>	<b>76</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	
17H00	17H00 - 17H15	104	45	12	15	8	20	3	3	4	0	904
	17H15 - 17H30	137	49	9	10	8	18	4	1	0	0	
	17H30 - 17H45	116	67	10	9	6	17	8	5	5	0	
	17H45 - 18H00	99	61	10	12	3	15	6	4	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>456</b>	<b>222</b>	<b>41</b>	<b>46</b>	<b>25</b>	<b>70</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	
18H00	18H00 - 18H15	115	56	15	11	7	12	2	1	4	0	982
	18H15 - 18H30	126	54	10	18	9	19	2	1	0	0	
	18H30 - 18H45	134	69	12	18	9	21	0	0	0	0	
	18H45 - 19H00	119	72	16	16	8	20	3	1	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>494</b>	<b>251</b>	<b>53</b>	<b>63</b>	<b>33</b>	<b>72</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	













**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Provincia:</b>	Tungurahua	<b>Fecha:</b>	26/5/2022	<b>N° Estación:</b>	1	<b>Sentido:</b>	Ambos Sentidos	<b>Responsable:</b>	Juan Sebastián Sánchez
<b>Canton:</b>	Baños	<b>Día:</b>	Jueves	<b>Ubicación:</b>	Km 19+700	<b>Estado de tiempo:</b>	Despejado	<b>Ficha N°</b>	4

**CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO**

HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
												
7H00	7H00 - 7H15	106	62	15	18	9	16	2	3	2	0	875
	7H15 - 7H30	114	49	10	12	7	15	3	1	2	0	
	7H30 - 7H45	94	55	9	15	7	18	0	0	1	0	
	7H45 - 8H00	129	56	8	16	5	12	4	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>443</b>	<b>222</b>	<b>42</b>	<b>61</b>	<b>28</b>	<b>61</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
8H00	8H00 - 8H15	118	45	14	14	9	19	2	3	3	0	852
	8H15 - 8H30	106	59	12	10	5	18	0	1	0	0	
	8H30 - 8H45	95	55	15	8	6	22	0	0	0	0	
	8H45 - 9H00	88	64	16	15	7	16	5	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>407</b>	<b>223</b>	<b>57</b>	<b>47</b>	<b>27</b>	<b>75</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
9H00	9H00 - 9H15	82	51	15	12	6	22	2	2	2	0	823
	9H15 - 9H30	95	62	10	9	5	19	3	1	1	0	
	9H30 - 9H45	124	49	10	8	4	18	1	0	0	0	
	9H45 - 10H00	105	56	9	15	8	15	1	1	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>406</b>	<b>218</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>23</b>	<b>74</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
10H00	10H00 - 10H15	94	65	9	12	8	21	1	1	1	0	814
	10H15 - 10H30	81	52	15	14	5	20	0	1	0	0	
	10H30 - 10H45	106	44	10	15	3	15	2	3	0	0	
	10H45 - 11H00	112	49	16	15	8	14	2	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>393</b>	<b>210</b>	<b>50</b>	<b>56</b>	<b>24</b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
11H00	11H00 - 11H15	136	55	15	10	9	20	1	2	1		873
	11H15 - 11H30	104	48	12	12	4	14	1	1	2		
	11H30 - 11H45	94	62	9	14	5	17	4	0	2		
	11H45 - 12H00	98	60	16	9	6	21	3	6	0		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>432</b>	<b>225</b>	<b>52</b>	<b>45</b>	<b>24</b>	<b>72</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	

12H00	12H00 - 12H15	117	56	15	16	9	22	2	2	5		910
	12H15 - 12H30	108	55	8	9	8	19	3	1	0		
	12H30 - 12H45	95	62	12	14	5	15	4	0	0		
	12H45 - 13H00	131	68	12	13	5	16	0	1	2		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>451</b>	<b>241</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>27</b>	<b>72</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	
13H00	13H00 - 13H15	92	52	12	10	8	20	2	1	0	0	867
	13H15 - 13H30	106	49	8	16	8	18	3	5	1	0	
	13H30 - 13H45	86	67	15	15	7	19	6	0	4	0	
	13H45 - 14H00	114	72	16	14	3	12	4	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>398</b>	<b>240</b>	<b>51</b>	<b>55</b>	<b>26</b>	<b>69</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
14H00	14H00 - 14H15	98	55	12	15	9	22	3	2	3	0	822
	14H15 - 14H30	90	59	10	16	7	14	4	0	2	0	
	14H30 - 14H45	79	64	9	10	7	18	0	4	0	0	
	14H45 - 15H00	105	49	15	10	4	17	4	6	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>372</b>	<b>227</b>	<b>46</b>	<b>51</b>	<b>27</b>	<b>71</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
15H00	15H00 - 15H15	106	58	14	16	9	15	1	0	1		785
	15H15 - 15H30	91	50	10	10	5	19	5	0	0		
	15H30 - 15H45	88	48	10	8	8	11	4	6	0		
	15H45 - 16H00	75	67	9	7	8	18	2	2	4		
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>360</b>	<b>223</b>	<b>43</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>63</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
16H00	16H00 - 16H15	98	54	15	12	8	23	1	2	1	0	811
	16H15 - 16H30	84	62	12	10	8	18	5	4	3	0	
	16H30 - 16H45	76	66	16	9	3	18	1	2	3	0	
	16H45 - 17H00	92	49	9	15	9	21	2	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>350</b>	<b>231</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>28</b>	<b>80</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	
17H00	17H00 - 17H15	97	54	15	13	6	21	1	4	3	0	881
	17H15 - 17H30	106	47	12	14	4	19	2	0	1	0	
	17H30 - 17H45	114	61	11	10	7	13	5	2	1	0	
	17H45 - 18H00	126	69	8	8	7	18	0	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>443</b>	<b>231</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>24</b>	<b>71</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
18H00	18H00 - 18H15	138	49	14	15	6	18	1	4	1	0	926
	18H15 - 18H30	119	56	17	14	8	17	5	0	1	0	
	18H30 - 18H45	126	62	11	13	7	15	2	2	4	0	
	18H45 - 19H00	104	47	11	15	5	15	2	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>487</b>	<b>214</b>	<b>53</b>	<b>57</b>	<b>26</b>	<b>65</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	













**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Provincia:</b>	Tungurahua	<b>Fecha:</b>	27/5/2022	<b>N° Estación:</b>	1	<b>Sentido:</b>	Ambos Sentidos	<b>Responsable:</b>	Juan Sebastián Sánchez
<b>Canton:</b>	Baños	<b>Día:</b>	Viernes	<b>Ubicación:</b>	Km 19+700	<b>Estado de tiempo:</b>	Despejado	<b>Ficha N°</b>	5

**CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO**

HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
												
7H00	7H00 - 7H15	116	52	12	8	8	14	1	1	0	0	868
	7H15 - 7H30	104	48	7	15	10	12	1	1	0	0	
	7H30 - 7H45	129	64	9	11	6	16	4	0	1	0	
	7H45 - 8H00	122	49	14	10	4	16	3	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>471</b>	<b>213</b>	<b>42</b>	<b>44</b>	<b>28</b>	<b>58</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
8H00	8H00 - 8H15	136	56	15	7	7	10	0	3	4	0	892
	8H15 - 8H30	107	62	12	12	6	11	0	0	0	0	
	8H30 - 8H45	115	70	10	7	8	17	3	0	0	0	
	8H45 - 9H00	94	74	10	8	8	16	2	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>452</b>	<b>262</b>	<b>47</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>54</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
9H00	9H00 - 9H15	111	69	14	10	10	12	5	1	1	0	893
	9H15 - 9H30	98	72	12	10	9	19	1	2	0	0	
	9H30 - 9H45	108	58	10	6	6	18	1	2	0	0	
	9H45 - 10H00	123	61	9	8	3	20	4	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>440</b>	<b>260</b>	<b>45</b>	<b>34</b>	<b>28</b>	<b>69</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
10H00	10H00 - 10H15	136	59	12	8	10	14	3	4	1	0	987
	10H15 - 10H30	139	72	13	10	7	12	0	0	2	1	
	10H30 - 10H45	118	79	15	6	5	14	0	0	0	0	
	10H45 - 11H00	117	84	10	9	7	15	2	3	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>510</b>	<b>294</b>	<b>50</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>55</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	
11H00	11H00 - 11H15	149	88	9	16	7	16	1	0	1	0	1077
	11H15 - 11H30	129	70	12	11	4	15	6	0	0	0	
	11H30 - 11H45	134	78	12	10	8	15	1	1	0	0	
	11H45 - 12H00	158	69	15	9	8	18	3	1	3	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>570</b>	<b>305</b>	<b>48</b>	<b>46</b>	<b>27</b>	<b>64</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	

12H00	12H00 - 12H15	169	71	14	12	7	12	3	2	0	0	1062
	12H15 - 12H30	148	67	15	6	9	19	1	1	1	0	
	12H30 - 12H45	157	58	15	15	9	20	2	0	1	0	
	12H45 - 13H00	133	49	10	10	10	14	2	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>607</b>	<b>245</b>	<b>54</b>	<b>43</b>	<b>35</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
13H00	13H00 - 13H15	111	79	14	14	6	10	0	0	2	0	1012
	13H15 - 13H30	149	74	10	6	6	18	1	0	1	0	
	13H30 - 13H45	132	58	15	7	7	18	4	3	0	0	
	13H45 - 14H00	129	81	15	10	8	22	0	2	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>521</b>	<b>292</b>	<b>54</b>	<b>37</b>	<b>27</b>	<b>68</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
14H00	14H00 - 14H15	113	67	18	8	5	12	2	1	0	0	940
	14H15 - 14H30	135	65	12	10	5	10	5	1	0	0	
	14H30 - 14H45	101	76	12	10	8	10	2	0	1	0	
	14H45 - 15H00	125	81	10	9	7	14	0	0	5	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>474</b>	<b>289</b>	<b>52</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>46</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	
15H00	15H00 - 15H15	133	84	17	14	10	9	1	3	3	0	1017
	15H15 - 15H30	116	80	16	12	9	10	0	3	2	0	
	15H30 - 15H45	122	71	15	10	7	15	3	0	0	0	
	15H45 - 16H00	134	76	10	10	5	15	1	1	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>505</b>	<b>311</b>	<b>58</b>	<b>46</b>	<b>31</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
16H00	16H00 - 16H15	119	69	14	15	4	15	1	0	1	0	1005
	16H15 - 16H30	126	76	14	10	6	12	0	1	0	0	
	16H30 - 16H45	122	88	12	10	7	12	2	2	0	0	
	16H45 - 17H00	139	84	11	14	7	10	2	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>506</b>	<b>317</b>	<b>51</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
17H00	17H00 - 17H15	136	74	14	9	8	18	1	2	0	0	1129
	17H15 - 17H30	147	87	15	14	7	18	0	1	0	0	
	17H30 - 17H45	159	81	15	12	7	15	0	1	4	0	
	17H45 - 18H00	178	56	18	10	5	10	4	2	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>620</b>	<b>298</b>	<b>62</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>61</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	
18H00	18H00 - 18H15	164	90	12	6	9	14	2	0	0	0	1240
	18H15 - 18H30	184	87	10	8	8	14	2	0	0	0	
	18H30 - 18H45	163	92	10	14	7	10	4	1	0	0	
	18H45 - 19H00	195	76	19	10	7	21	0	0	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>706</b>	<b>345</b>	<b>51</b>	<b>38</b>	<b>31</b>	<b>59</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	














**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Provincia:</b>	Tungurahua	<b>Fecha</b>	28/5/2022	<b>N° Estación</b>	1	<b>Sentido</b>	Ambos Sentidos	<b>Responsable</b>	Juan Sebastián Sánchez
<b>Canton:</b>	Baños	<b>Día</b>	Sabado	<b>Ubicación</b>	Km 19+700	<b>Estado de tiempo</b>	Despejado	<b>Ficha N°</b>	6

**CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO**

HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
						Livianos	Pesados					
7H00	7H00 - 7H15	146	69	16	12	9	12	2	0	1	0	1032
	7H15 - 7H30	158	74	9	10	7	10	0	0	0	0	
	7H30 - 7H45	132	61	10	7	10	10	3	0	0	1	
	7H45 - 8H00	162	55	11	8	9	9	6	3	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>598</b>	<b>259</b>	<b>46</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
8H00	8H00 - 8H15	162	64	14	9	12	9	6	0	0	0	1131
	8H15 - 8H30	154	59	16	11	10	12	4	1	0	0	
	8H30 - 8H45	178	68	15	8	10	15	1	0	3	0	
	8H45 - 9H00	164	71	12	10	9	15	5	4	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>658</b>	<b>262</b>	<b>57</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>51</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
9H00	9H00 - 9H15	184	94	10	14	12	11	6	2	1	0	1211
	9H15 - 9H30	165	76	17	11	10	17	2	2	1	0	
	9H30 - 9H45	159	71	12	9	8	10	5	0	1	0	
	9H45 - 10H00	174	88	10	10	8	10	1	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>682</b>	<b>329</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
10H00	10H00 - 10H15	192	70	10	11	12	14	1	3	0	0	1260
	10H15 - 10H30	170	69	8	11	9	12	0	1	0	1	
	10H30 - 10H45	185	95	7	6	11	12	4	0	0	0	
	10H45 - 11H00	206	86	18	9	10	10	4	1	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>753</b>	<b>320</b>	<b>43</b>	<b>37</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
11H00	11H00 - 11H15	197	99	10	12	9	14	3	5	1	0	1392
	11H15 - 11H30	201	114	9	8	15	9	1	0	1	0	
	11H30 - 11H45	189	109	14	8	10	11	0	0	0	0	
	11H45 - 12H00	216	84	13	10	6	10	2	1	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>803</b>	<b>406</b>	<b>46</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	

12H00	12H00 - 12H15	234	102	15	9	12	10	2	1	0	0	1505
	12H15 - 12H30	222	92	15	9	9	16	0	1	0	0	
	12H30 - 12H45	206	114	10	7	10	14	5	0	2	0	
	12H45 - 13H00	247	95	9	8	11	14	1	2	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>909</b>	<b>403</b>	<b>49</b>	<b>33</b>	<b>42</b>	<b>54</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
13H00	13H00 - 13H15	184	107	12	11	12	11	6	4	3	0	1479
	13H15 - 13H30	218	90	12	12	14	12	2	0	0	0	
	13H30 - 13H45	224	95	16	8	8	14	2	1	0	0	
	13H45 - 14H00	237	114	14	9	9	14	4	0	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>863</b>	<b>406</b>	<b>54</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
14H00	14H00 - 14H15	228	101	12	9	11	17	1	3	2	0	1628
	14H15 - 14H30	254	119	14	12	10	13	3	2	0	0	
	14H30 - 14H45	241	118	14	11	10	15	4	0	1	0	
	14H45 - 15H00	238	121	11	8	9	15	0	0	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>961</b>	<b>459</b>	<b>51</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
15H00	15H00 - 15H15	233	99	18	15	15	17	5	1	1	0	1560
	15H15 - 15H30	215	107	15	7	10	12	3	0	0	0	
	15H30 - 15H45	248	94	10	12	7	12	1	0	0	0	
	15H45 - 16H00	255	104	12	9	11	10	1	1	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>951</b>	<b>404</b>	<b>55</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>51</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
16H00	16H00 - 16H15	238	90	14	7	12	18	0	0	0	0	1540
	16H15 - 16H30	240	109	14	9	10	9	1	0	0	0	
	16H30 - 16H45	229	95	15	9	9	14	1	3	2	0	
	16H45 - 17H00	245	94	10	10	15	13	4	1	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>952</b>	<b>388</b>	<b>53</b>	<b>35</b>	<b>46</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
17H00	17H00 - 17H15	264	104	12	14	11	11	1	0	0	0	1649
	17H15 - 17H30	277	85	18	4	11	10	0	1	0	0	
	17H30 - 17H45	251	92	17	9	8	12	5	1	2	0	
	17H45 - 18H00	266	107	12	11	10	18	3	1	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>1058</b>	<b>388</b>	<b>59</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>51</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
18H00	18H00 - 18H15	223	108	14	10	14	7	1	3	1	0	1678
	18H15 - 18H30	271	114	14	7	10	12	1	1	0	0	
	18H30 - 18H45	286	113	15	7	13	5	1	1	0	0	
	18H45 - 19H00	279	101	12	12	12	9	0	0	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>1059</b>	<b>436</b>	<b>55</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>33</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	













**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Provincia:</b>	Tungurahua	<b>Fecha</b>	29/5/2022	<b>N° Estación</b>	1	<b>Sentido</b>	Ambos Sentidos	<b>Responsable</b>	Juan Sebastián Sánchez
<b>Canton:</b>	Baños	<b>Día</b>	Domingo	<b>Ubicación</b>	Km 19+700	<b>Estado de tiempo</b>	Despejado	<b>Ficha N°</b>	7

**CONTEO DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO**

HORA	LIVIANOS			BUSES		PESADOS				OTROS	SUMATORIA TOTAL POR HORA	
	Automovil	Camionetas	Motos	Livianos	Pesados	Dos Ejes (C-1)		Tres Ejes (C-2)	>Tres Ejes (C-3)	Sin Ejes		
												
7H00	7H00 - 7H15	119	58	18	15	10	10	3	1	0	0	942
	7H15 - 7H30	140	65	15	11	8	8	1	0	0	0	
	7H30 - 7H45	130	61	7	11	12	8	2	0	0	0	
	7H45 - 8H00	129	59	6	8	7	13	5	1	1	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>518</b>	<b>243</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
8H00	8H00 - 8H15	148	69	12	12	11	10	1	1	1	0	1103
	8H15 - 8H30	140	72	10	9	15	8	6	0	0	0	
	8H30 - 8H45	168	78	10	15	12	12	2	1	1	0	
	8H45 - 9H00	154	70	13	9	11	16	3	1	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>610</b>	<b>289</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
9H00	9H00 - 9H15	208	94	11	12	14	12	3	1	0	0	1234
	9H15 - 9H30	155	73	16	14	9	21	4	0	0	0	
	9H30 - 9H45	176	81	14	14	9	11	4	2	2	0	
	9H45 - 10H00	156	69	7	5	15	13	7	0	2	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>695</b>	<b>317</b>	<b>48</b>	<b>45</b>	<b>47</b>	<b>57</b>	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
10H00	10H00 - 10H15	156	74	12	16	11	13	0	2	1	0	1271
	10H15 - 10H30	168	78	9	14	10	10	0	0	0	0	
	10H30 - 10H45	191	86	13	10	15	9	2	0	0	0	
	10H45 - 11H00	233	104	7	10	6	7	3	1	0	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>748</b>	<b>342</b>	<b>41</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
11H00	11H00 - 11H15	209	94	12	11	8	6	5	1	1	0	1514
	11H15 - 11H30	219	100	14	14	10	7	4	1	0	0	
	11H30 - 11H45	274	121	10	9	10	10	4	0	0	0	
	11H45 - 12H00	218	98	10	11	5	11	4	0	3	0	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		<b>920</b>	<b>413</b>	<b>46</b>	<b>45</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	

12H00	12H00 - 12H15	209	94	12	11	11	8	3	2	0	0	1510
	12H15 - 12H30	251	108	9	10	7	6	2	0	4	0	
	12H30 - 12H45	212	94	9	15	8	11	2	0	0	0	
	12H45 - 13H00	267	104	10	9	12	7	1	1	1	0	
SUMATORIA PARCIAL		939	400	40	45	38	32	8	3	5	0	
13H00	13H00 - 13H15	200	86	8	14	10	6	4	1	4	0	1461
	13H15 - 13H30	222	95	6	9	11	6	5	0	2	0	
	13H30 - 13H45	239	103	12	9	7	15	2	2	0	0	
	13H45 - 14H00	234	101	11	10	11	12	2	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		895	385	37	42	39	39	13	5	6	0	
14H00	14H00 - 14H15	249	107	12	6	9	12	5	1	1	0	1675
	14H15 - 14H30	281	120	9	15	10	15	5	1	0	0	
	14H30 - 14H45	253	109	8	10	13	6	6	0	0	0	
	14H45 - 15H00	266	114	7	7	6	6	5	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		1049	450	36	38	38	39	21	3	1	0	
15H00	15H00 - 15H15	256	110	12	11	10	13	4	0	1	0	1681
	15H15 - 15H30	274	118	8	10	10	13	2	0	0	0	
	15H30 - 15H45	272	117	8	12	9	7	3	1	1	0	
	15H45 - 16H00	236	106	13	15	12	14	1	1	1	0	
SUMATORIA PARCIAL		1038	451	41	48	41	47	10	2	3	0	
16H00	16H00 - 16H15	247	106	9	8	11	20	5	0	0	0	1692
	16H15 - 16H30	277	119	10	8	7	11	0	0	1	0	
	16H30 - 16H45	260	112	10	11	13	10	4	1	2	0	
	16H45 - 17H00	267	115	12	16	7	11	1	1	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		1051	452	41	43	38	52	10	2	3	0	
17H00	17H00 - 17H15	267	114	14	12	12	12	3	0	3	0	1728
	17H15 - 17H30	291	125	14	16	7	6	4	1	0	0	
	17H30 - 17H45	255	109	10	11	9	8	2	2	0	0	
	17H45 - 18H00	269	116	8	9	10	6	2	0	1	0	
SUMATORIA PARCIAL		1082	464	46	48	38	32	11	3	4	0	
18H00	18H00 - 18H15	257	110	10	9	12	10	5	0	1	0	1711
	18H15 - 18H30	281	120	8	12	9	13	2	0	2	0	
	18H30 - 18H45	260	112	16	9	11	6	3	1	0	0	
	18H45 - 19H00	267	114	9	15	15	7	3	2	0	0	
SUMATORIA PARCIAL		1065	456	43	45	47	36	13	3	3	0	

**ANEXO B**

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



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



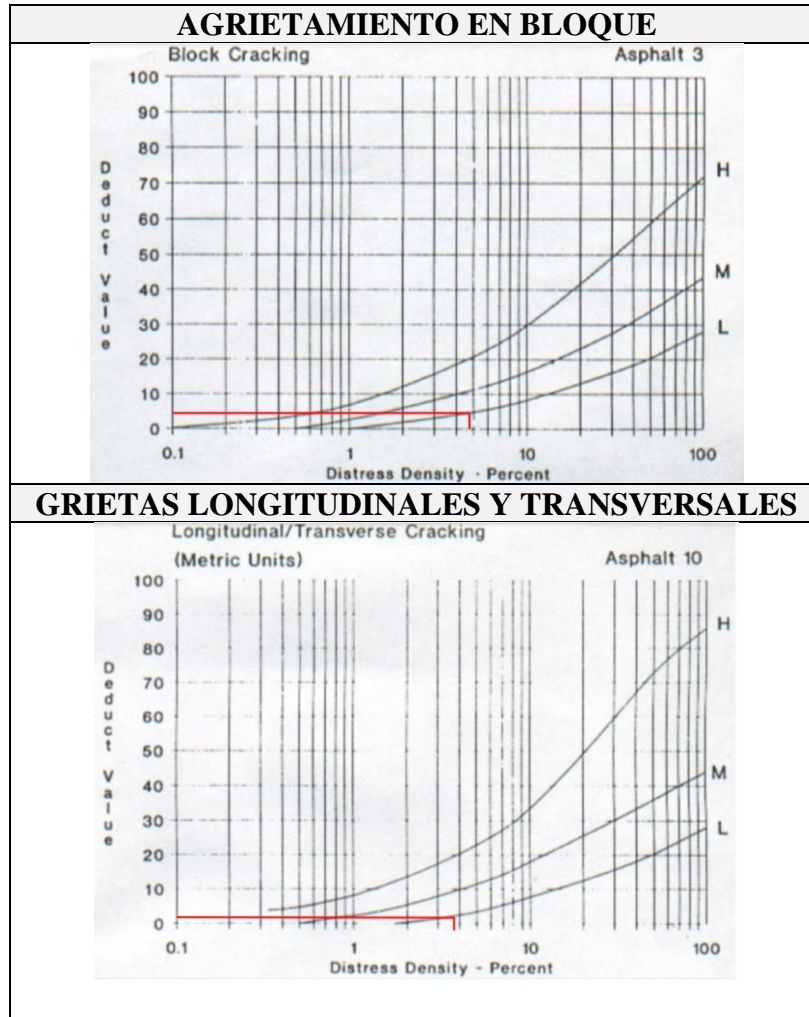
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	18+700	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U1	<b>Ancho del Carril</b>	9,45
<b>Abscisa Final</b>	18+725	<b>Área de Muestreo</b>	236,25	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez	

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PC	Piel de cocodrilo	m2						
2	EX	Exudación	m2						
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2						
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m						
5	C	Corrugación	m2						
6	D	Depresión	m2						
7	GB	Grieta de borde	m						
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m						
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m						
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	P	Parqueo	m2						
12	PA	Pulimiento de agregados	m2						
13	HU	Huecos	U						
14	A	Ahuellamiento	m2						
15	DZ	Desplazamiento	m2						
16	GP	Grietas parabólicas	m2						
17	HI	Hinchamiento	m2						
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2						
19	CF	Cruce de vía férrea	m2						
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)						
AB (3)	X			11,16			5		
GLT (10)	X			9			2		
				<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>			7		
				<b>Cálculo PCI</b>	<b>PCI</b>	<b>100-VD</b>	<b>PCI</b>		
							93		
				<b>Condición del Pavimento</b>		<b>Excelente</b>			

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestreo #1 (Manual PCI, 2002)





**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	18+950	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U	<b>Ancho del Carril</b>	9,55
<b>Abscisa Final</b>	18+975	<b>Área de Muestreo</b>	238,75	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez	

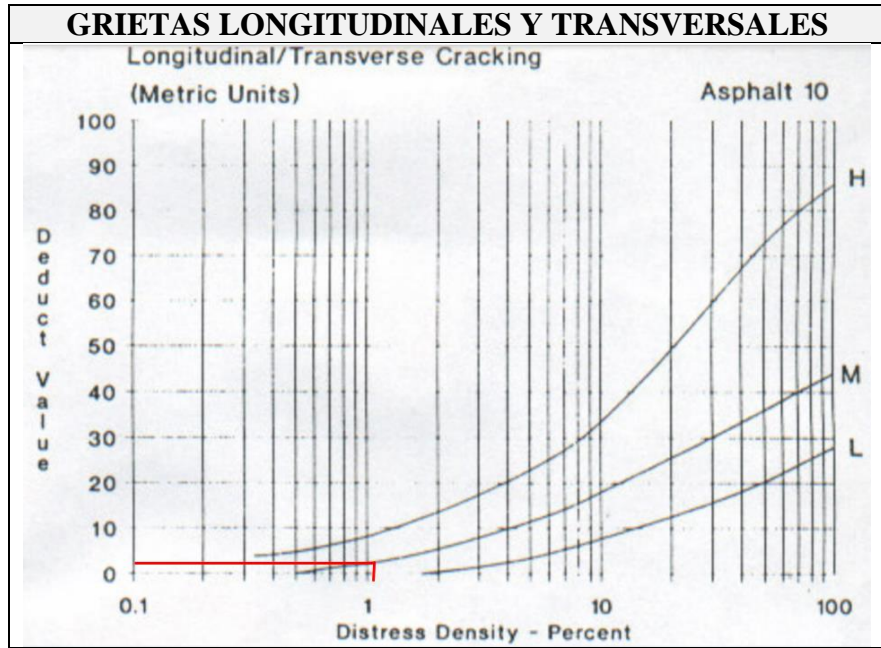
**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA
1	PC	Piel de cocodrilo	m2	
2	EX	Exudación	m2	
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2	
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m	
5	C	Corrugación	m2	
6	D	Depresión	m2	
7	GB	Grieta de borde	m	
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m	
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m	
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m	
11	P	Parcheo	m2	
12	PA	Pulimiento de agregados	m2	
13	HU	Huecos	U	
14	A	Ahuellamiento	m2	
15	DZ	Desplazamiento	m2	
16	GP	Grietas parabólicas	m2	
17	HI	Hinchamiento	m2	
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2	
19	CF	Cruce de vía férrea	m2	

FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)				
GLT (10)		X		2,4		1,01%	3
<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>							3
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI
				<b>Condición del Pavimento</b>		<b>Excelente</b>	



Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #2 (Manual PCI, 2002)





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



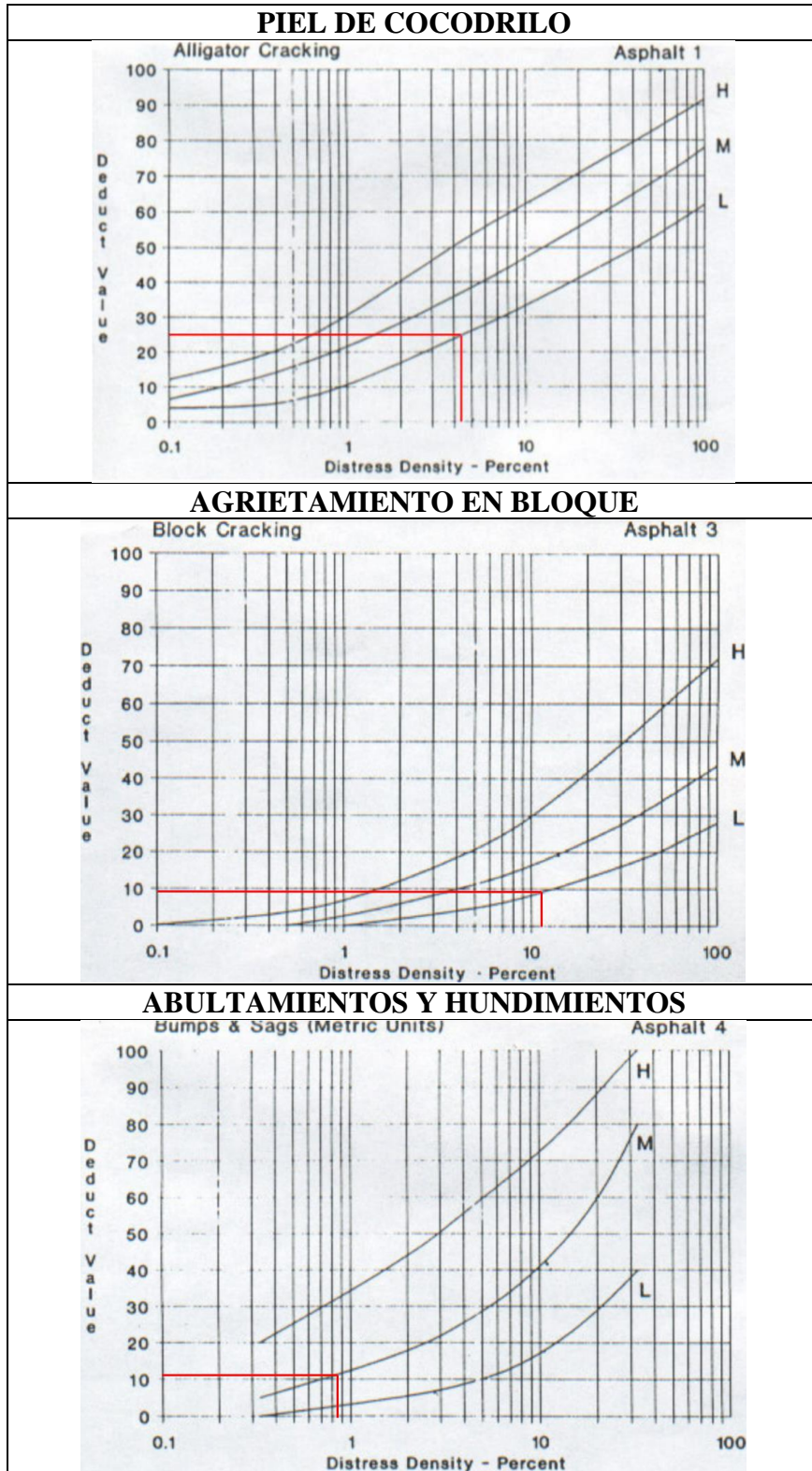
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	19+200	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U	<b>Ancho del Carril</b>	9,5
<b>Abscisa Final</b>	19+225	<b>Área de Muestreo</b>	237,5	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PC	Piel de cocodrilo	m2						
2	EX	Exudación	m2						
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2						
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m						
5	C	Corrugación	m2						
6	D	Depresión	m2						
7	GB	Grieta de borde	m						
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m						
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m						
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	P	Parcheo	m2						
12	PA	Pulimiento de agregados	m2						
13	HU	Huecos	U						
14	A	Ahuellamiento	m2						
15	DZ	Desplazamiento	m2						
16	GP	Grietas parabólicas	m2						
17	HI	Hinchamiento	m2						
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2						
19	CF	Cruce de vía férrea	m2						
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)						
PC (1)	X			10,32		10,32	4,35%	25	
AB (3)	X			29,4		29,4	12,38%	10	
AH (4)		X		0,85		0,85	0,36%	11	
				<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>				46	
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI	54	
				<b>Condición del Pavimento</b>			<b>Regular</b>		

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #3 (Manual PCI, 2002)





**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

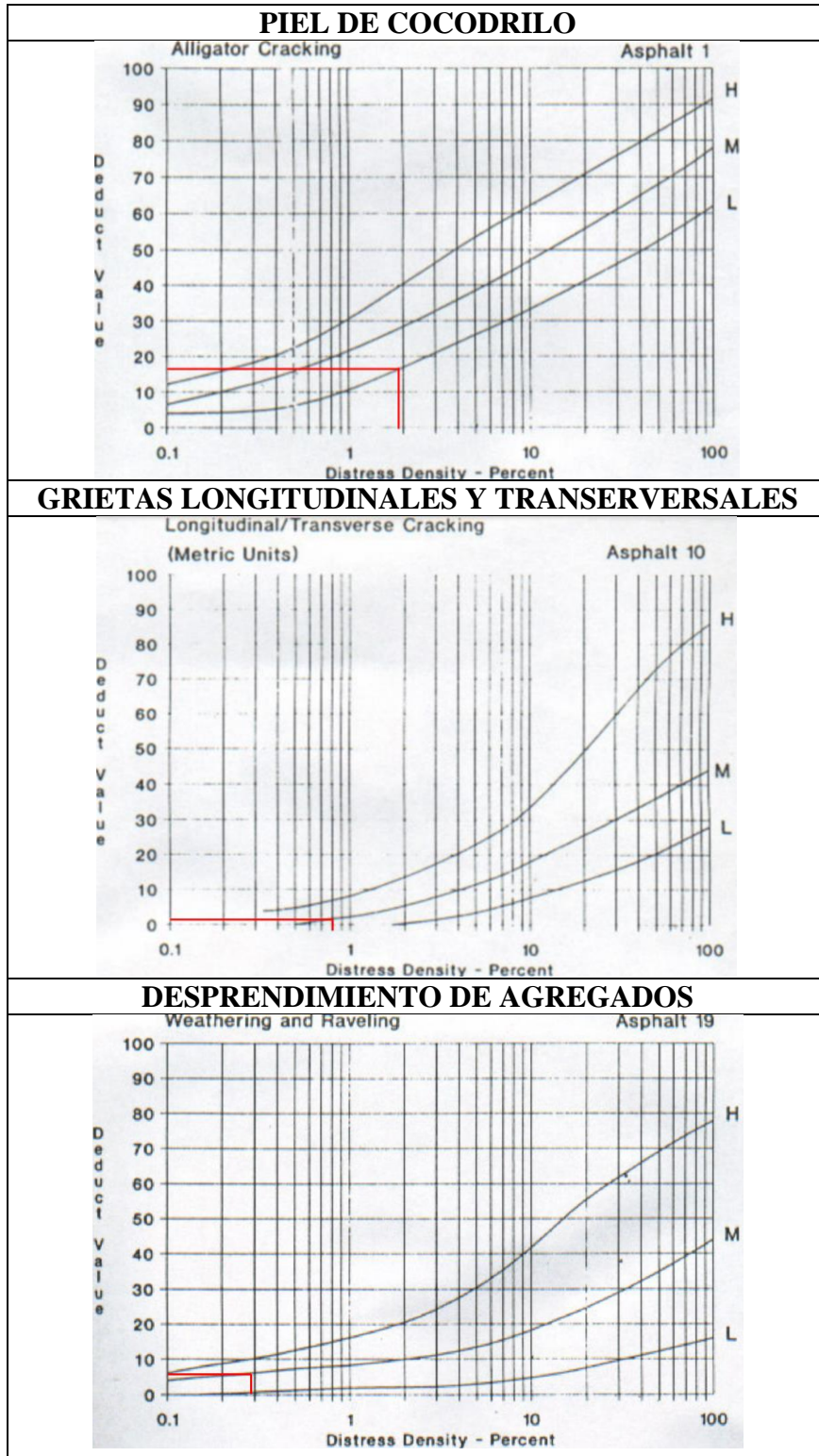
<b>Abscisa Inicial</b>	19+450	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U	<b>Ancho del Carril</b>	9,7
<b>Abscisa Final</b>	19+475	<b>Área de Muestreo</b>	242,5	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez	

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA
1	PC	Piel de cocodrilo	m2	
2	EX	Exudación	m2	
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2	
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m	
5	C	Corrugación	m2	
6	D	Depresión	m2	
7	GB	Grieta de borde	m	
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m	
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m	
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m	
11	P	Parcheo	m2	
12	PA	Pulimiento de agregados	m2	
13	HU	Huecos	U	
14	A	Ahuellamiento	m2	
15	DZ	Desplazamiento	m2	
16	GP	Grietas parabólicas	m2	
17	HI	Hinchamiento	m2	
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2	
19	CF	Cruce de vía férrea	m2	

FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido	
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)					
PC (1)	X			4,65	4,65	1,92%	17	
GLT (10)		X		1,7	1,7	0,70%	2	
DA (18)	X			0,7	0,7	0,29%	7	
<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>							26	
<b>Cálculo PCI</b>					PCI	100-VDT	PCI	74
<b>Condición del Pavimento</b>						<b>Muy bueno</b>		

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #4 (Manual PCI, 2002)





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



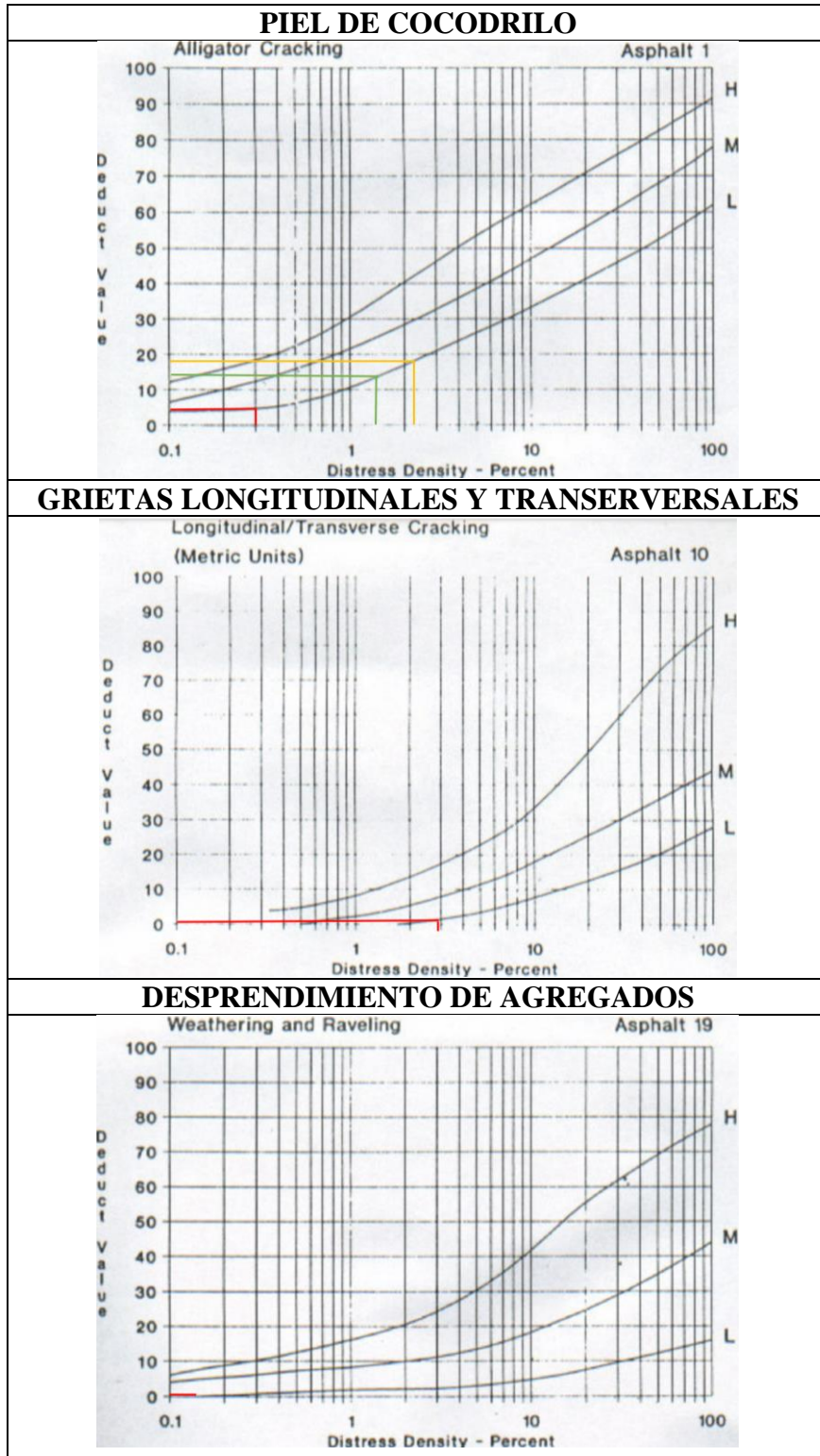
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	19+700	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U	<b>Ancho del Carril</b>	9,65
<b>Abscisa Final</b>	19+725	<b>Área de Muestreo</b>	241,25	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez	

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PC	Piel de cocodrilo	m2						
2	EX	Exudación	m2						
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2						
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m						
5	C	Corrugación	m2						
6	D	Depresión	m2						
7	GB	Grieta de borde	m						
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m						
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m						
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	P	Parcheo	m2						
12	PA	Pulimiento de agregados	m2						
13	HU	Huecos	U						
14	A	Ahuellamiento	m2						
15	DZ	Desplazamiento	m2						
16	GP	Grietas parabólicas	m2						
17	HI	Hinchamiento	m2						
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2						
19	CF	Cruce de vía férrea	m2						
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)						
PC (1)	X			0,72		0,72	0,30%	5	
PC (1)	X			5,4		5,4	2,24%	18	
PC (1)	X			3,64		3,64	1,51%	14	
GLT (10)	X			7,1		7,1	2,94%	1	
DA (18)	X			0,36		0,36	0,15%	1	
<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>							39		
				<b>Cálculo PCI</b>	<b>PCI</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI</b>	61	
<b>Condición del Pavimento</b>							<b>Bueno</b>		

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #5 (Manual PCI, 2002)





**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 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Abscisa Inicial** 19+950    **#Unidad de Muestreo** U    **Ancho del Carril** 13,8

**Abscisa Final** 19+975    **Área de Muestreo** 345    **Fecha:** 6/6/2022

**Realizado por:** Juan Sebastián Sánchez    **Revisado por:** Ing. Mg Alex Lopez

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA
1	PC	Piel de cocodrilo	m2	
2	EX	Exudación	m2	
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2	
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m	
5	C	Corrugación	m2	
6	D	Depresión	m2	
7	GB	Grieta de borde	m	
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m	
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m	
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m	
11	P	Parcheo	m2	
12	PA	Pulimiento de agregados	m2	
13	HU	Huecos	U	
14	A	Ahuellamiento	m2	
15	DZ	Desplazamiento	m2	
16	GP	Grietas parabólicas	m2	
17	HI	Hinchamiento	m2	
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2	
19	CF	Cruce de vía férrea	m2	

FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)				
PC (1)	X			11,97			22
PC (1)	X			1,68			7
DA (18)		X		0,68			5
DA (18)		X		0,36			4

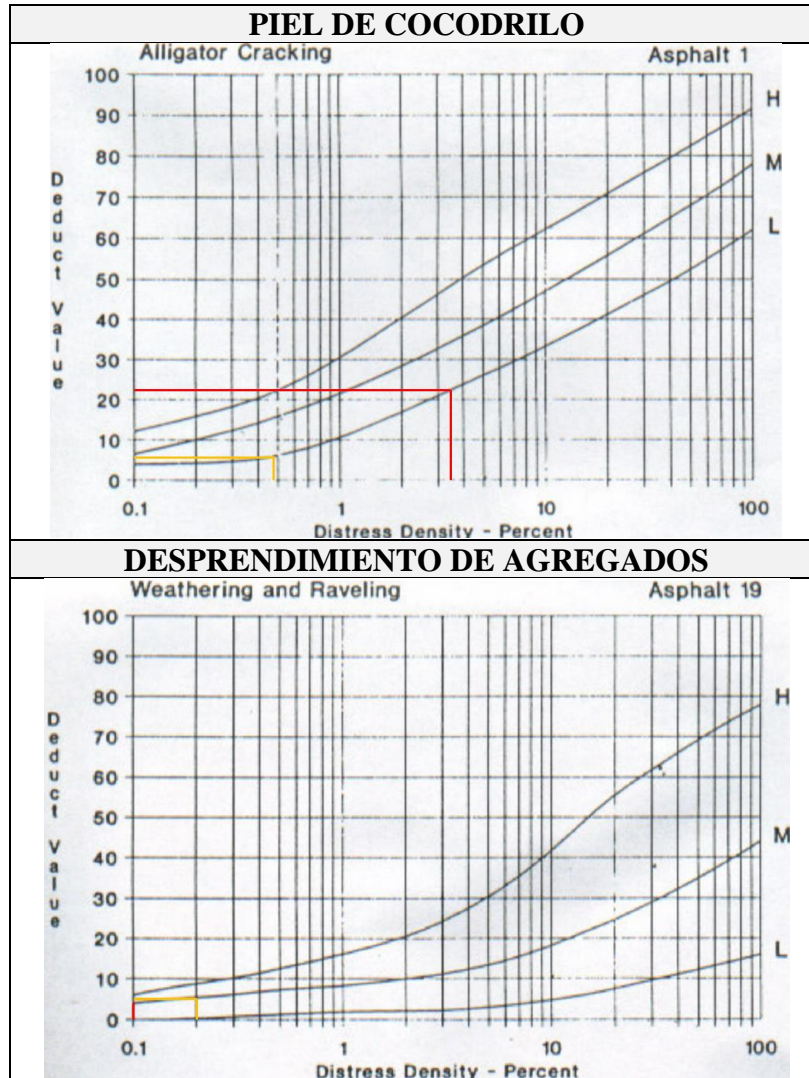
**Valor Deducido Total (VDT):** 38

<b>Cálculo PCI</b>	<b>PCI</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI</b>	62
--------------------	------------	----------------	------------	----

**Condición del Pavimento** **Bueno**



Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #6 (Manual PCI, 2002)





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



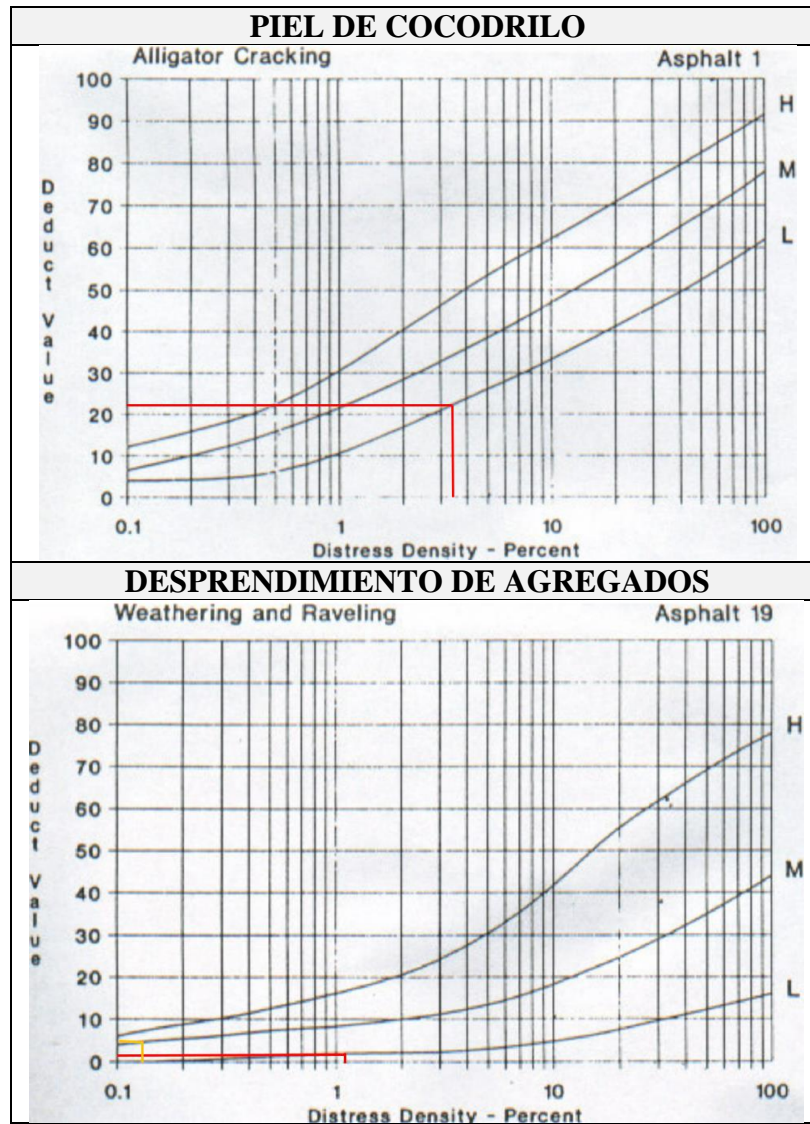
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	20+200	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U	<b>Ancho del Carril</b>	13,8
<b>Abscisa Final</b>	20+225	<b>Área de Muestreo</b>	343,75	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez	

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA				
1	PC	Piel de cocodrilo	m2					
2	EX	Exudación	m2					
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2					
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m					
5	C	Corrugación	m2					
6	D	Depresión	m2					
7	GB	Grieta de borde	m					
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m					
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m					
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m					
11	P	Parcheo	m2					
12	PA	Pulimiento de agregados	m2					
13	HU	Huecos	U					
14	A	Ahuellamiento	m2					
15	DZ	Desplazamiento	m2					
16	GP	Grietas parabólicas	m2					
17	HI	Hinchamiento	m2					
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2					
19	CF	Cruce de vía férrea	m2					
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido	
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)					
PC (1)	X			11,8		11,8	3,43%	22
DA (18)	X			3,85		3,85	1,12%	2
DA (18)		X		0,44		0,44	0,13%	5
				<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>			29	
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI	71
				<b>Condición del Pavimento</b>			<b>Muy Bueno</b>	

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #7 (Manual PCI, 2002)





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



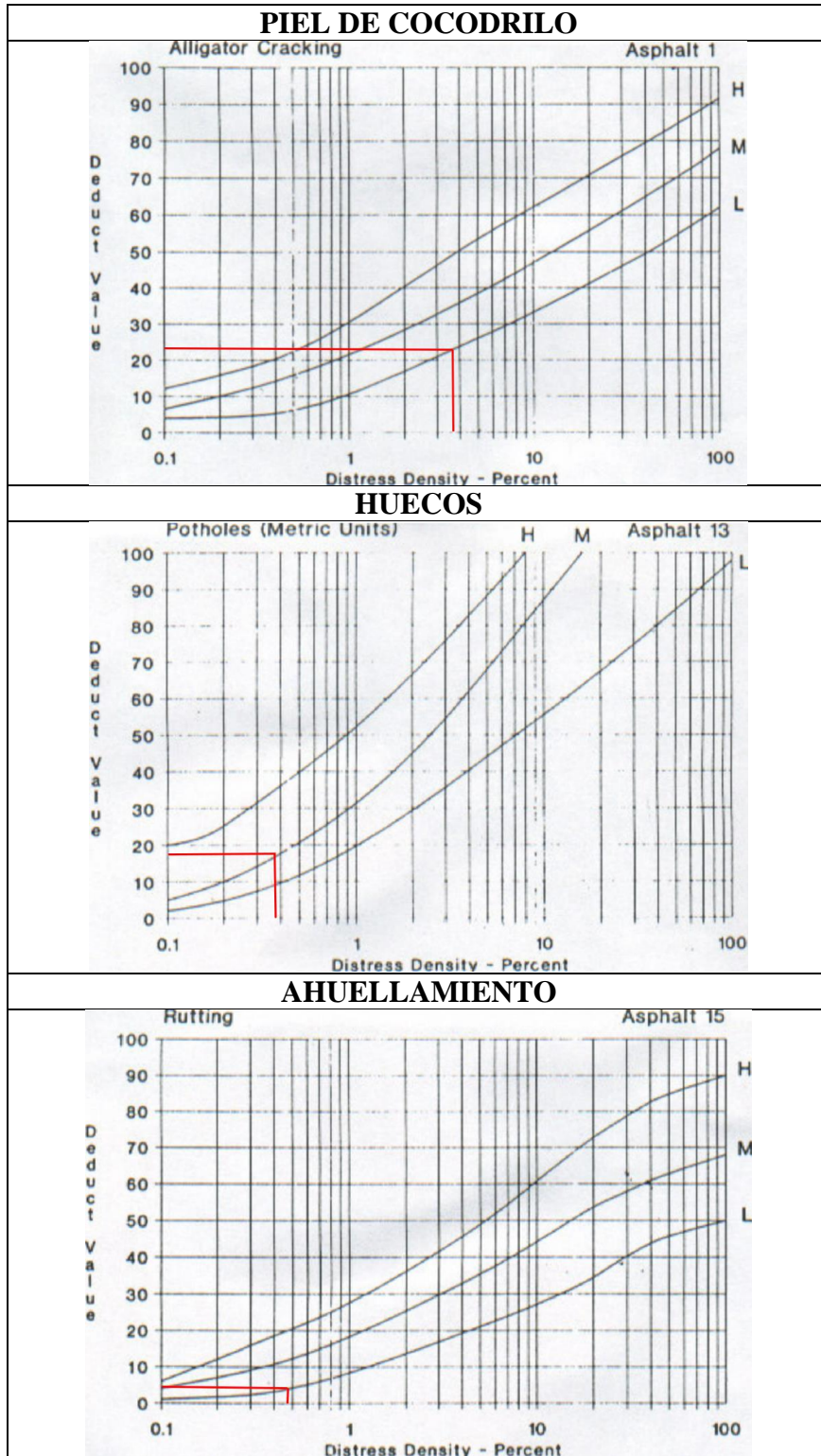
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	20+450	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U	<b>Ancho del Carril</b>	13,7
<b>Abscisa Final</b>	20+475	<b>Área de Muestreo</b>	342,5	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez	

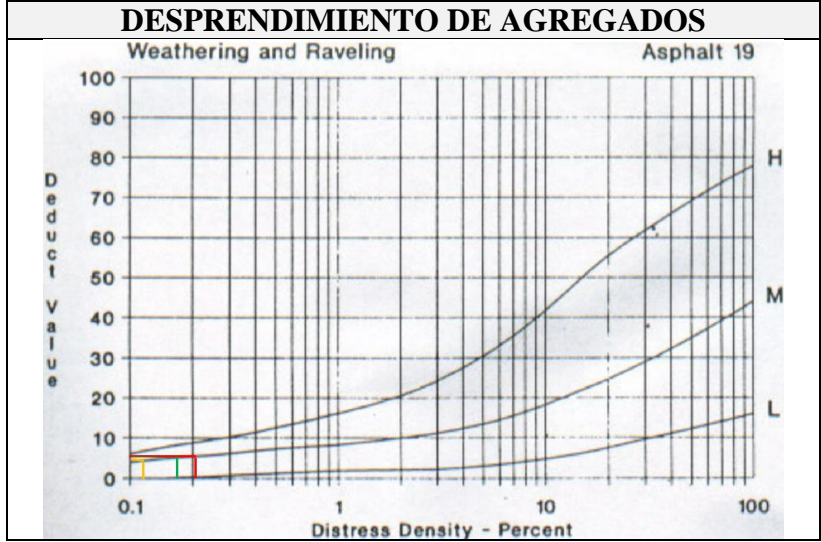
**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA				
1	PC	Piel de cocodrilo	m2					
2	EX	Exudación	m2					
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2					
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m					
5	C	Corrugación	m2					
6	D	Depresión	m2					
7	GB	Grieta de borde	m					
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m					
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m					
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m					
11	P	Parcheo	m2					
12	PA	Pulimiento de agregados	m2					
13	HU	Huecos	U					
14	A	Ahuellamiento	m2					
15	DZ	Desplazamiento	m2					
16	GP	Grietas parabólicas	m2					
17	HI	Hinchamiento	m2					
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2					
19	CF	Cruce de vía férrea	m2					
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido	
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)					
PC (1)	X				13,2	3,85%	23	
HU (13)		X			1	0,29%	18	
A (14)	X				1,6	0,47%	5	
DA (18)	X				0,36	0,11%	1	
DA (18)		X			0,1	0,03%	5	
DA (18)		X			0,25	0,07%	6	
<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>							58	
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI	42
<b>Condición del Pavimento</b>						<b>Regular</b>		

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestro #8 (Manual PCI, 2002)



# DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS





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



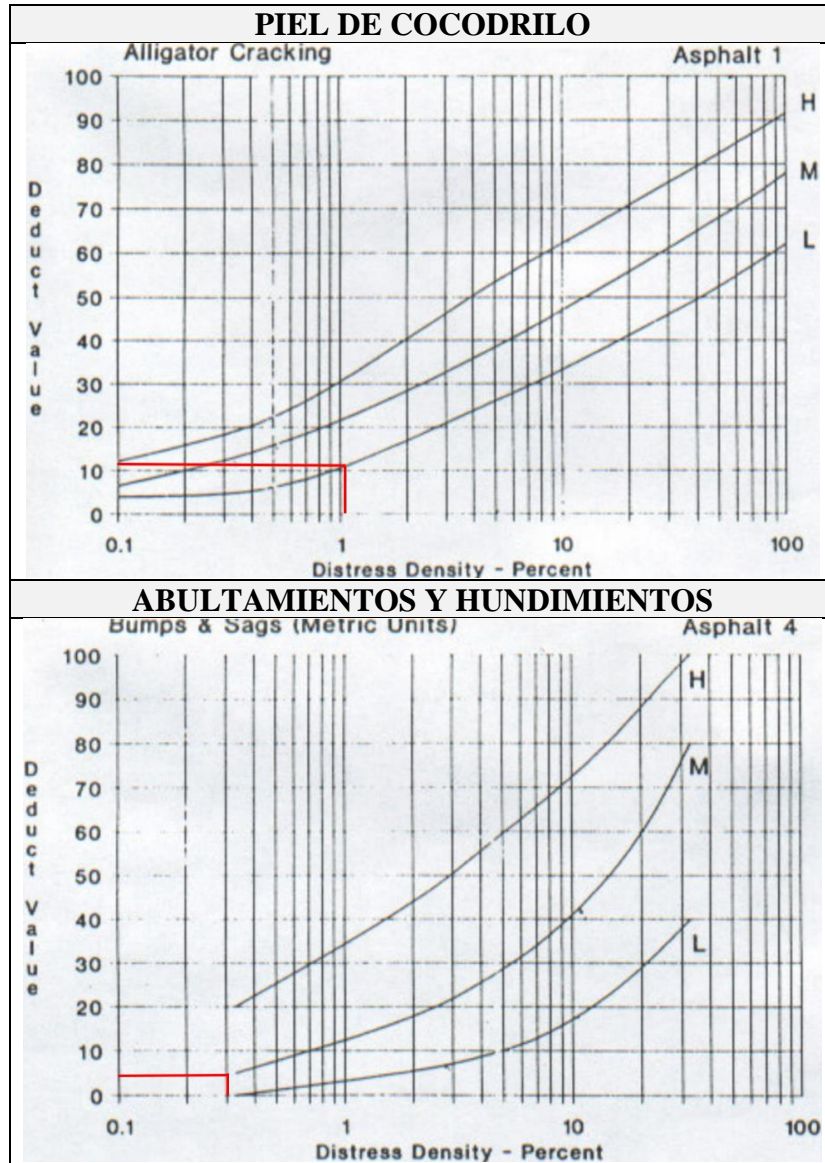
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	20+700	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U	<b>Ancho del Carril</b>	13,75
<b>Abscisa Final</b>	20+725	<b>Área de Muestreo</b>	343,75	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez	

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA			
1	PC	Piel de cocodrilo	m2				
2	EX	Exudación	m2				
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2				
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m				
5	C	Corrugación	m2				
6	D	Depresión	m2				
7	GB	Grieta de borde	m				
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m				
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m				
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
11	P	Parcheo	m2				
12	PA	Pulimiento de agregados	m2				
13	HU	Huecos	U				
14	A	Ahuellamiento	m2				
15	DZ	Desplazamiento	m2				
16	GP	Grietas parabólicas	m2				
17	HI	Hinchamiento	m2				
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2				
19	CF	Cruce de vía férrea	m2				
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)				
PC (1)	X			3,72	3,72	1,08%	12
AH (4)		X		0,7	0,7	0,20%	5
				<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>			17
				<b>Cálculo PCI</b>	<b>PCI</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI</b>
							83
				<b>Condición del Pavimento</b>			<b>Muy bueno</b>

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #9 (Manual PCI, 2002)







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



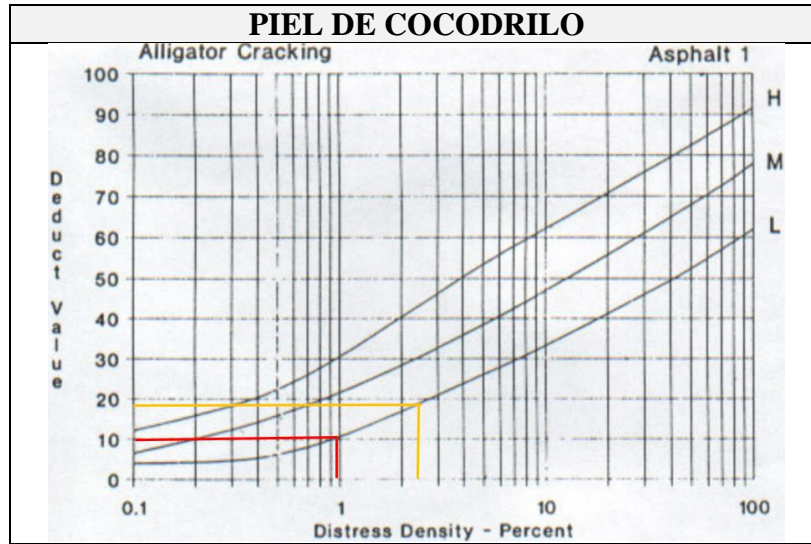
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	20+950	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U10	<b>Ancho del Carril</b>	11,2
<b>Abscisa Final</b>	20+975	<b>Área de Muestreo</b>	280	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PC	Piel de cocodrilo	m2						
2	EX	Exudación	m2						
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2						
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m						
5	C	Corrugación	m2						
6	D	Depresión	m2						
7	GB	Grieta de borde	m						
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m						
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m						
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	P	Parcheo	m2						
12	PA	Pulimiento de agregados	m2						
13	HU	Huecos	U						
14	A	Ahuellamiento	m2						
15	DZ	Desplazamiento	m2						
16	GP	Grietas parabólicas	m2						
17	HI	Hinchamiento	m2						
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2						
19	CF	Cruce de vía férrea	m2						
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)						
PC (1)	X			2,64		0,94%	10		
PC (1)	X			6,51		2,33%	19		
				<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>			29		
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI	71	
				<b>Condición del Pavimento</b>			<b>Muy bueno</b>		

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #10 (Manual PCI, 2002)





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



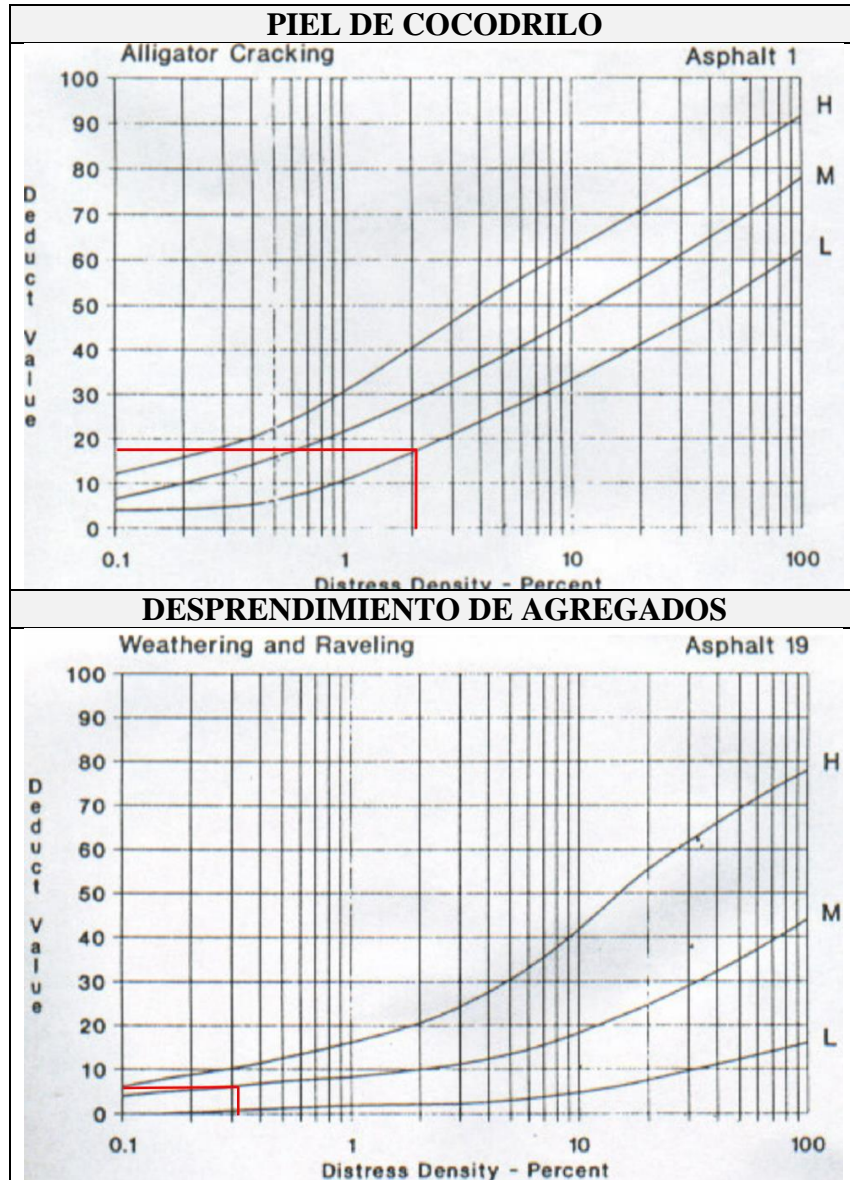
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	21+200	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U11	<b>Ancho del Carril</b>	11,15
<b>Abscisa Final</b>	21+225	<b>Área de Muestreo</b>	278,75	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PC	Piel de cocodrilo	m2						
2	EX	Exudación	m2						
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2						
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m						
5	C	Corrugación	m2						
6	D	Depresión	m2						
7	GB	Grieta de borde	m						
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m						
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m						
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	P	Parcheo	m2						
12	PA	Pulimiento de agregados	m2						
13	HU	Huecos	U						
14	A	Ahuellamiento	m2						
15	DZ	Desplazamiento	m2						
16	GP	Grietas parabólicas	m2						
17	HI	Hinchamiento	m2						
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2						
19	CF	Cruce de vía férrea	m2						
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)						
PC (1)	X			5,82	5,82	2,09%	18		
DA (18)		X		0,9	0,9	0,32%	6		
				<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>				24	
				<b>Cálculo PCI</b>	<b>PCI</b>	<b>100-VDT</b>	<b>PCI</b>	76	
				<b>Condición del Pavimento</b>			<b>Muy bueno</b>		

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #11 (Manual PCI, 2002)





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



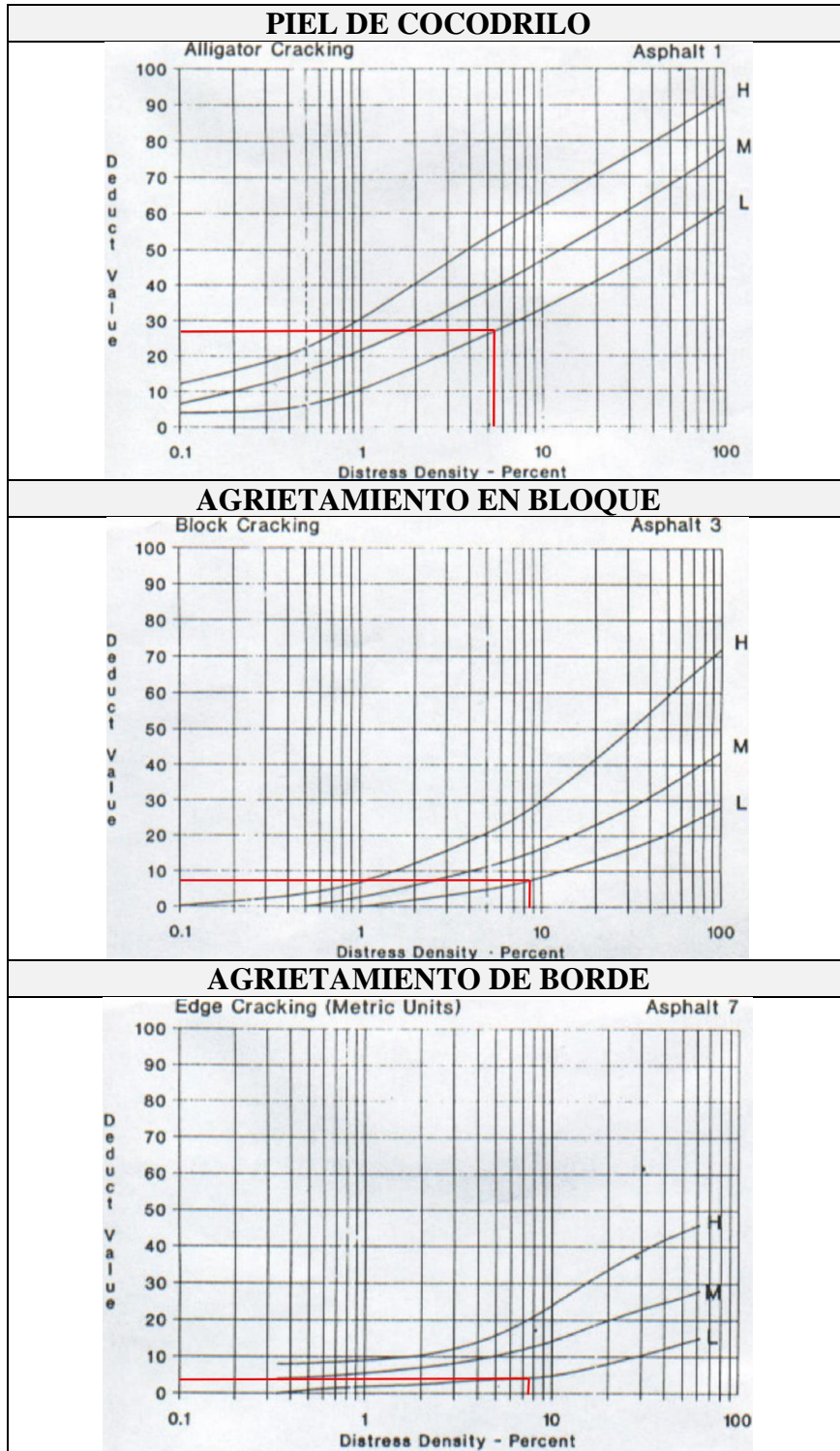
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	21+450	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U12	<b>Ancho del Carril</b>	7,5
<b>Abscisa Final</b>	21+475	<b>Área de Muestreo</b>	187,5	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez	

**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA					
1	PC	Piel de cocodrilo	m2						
2	EX	Exudación	m2						
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2						
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m						
5	C	Corrugación	m2						
6	D	Depresión	m2						
7	GB	Grieta de borde	m						
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m						
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m						
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m						
11	P	Parcheo	m2						
12	PA	Pulimiento de agregados	m2						
13	HU	Huecos	U						
14	A	Ahuellamiento	m2						
15	DZ	Desplazamiento	m2						
16	GP	Grietas parabólicas	m2						
17	HI	Hinchamiento	m2						
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2						
19	CF	Cruce de vía férrea	m2						
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido		
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)						
PC (1)	X			9,9		5,28%	28		
AB (3)	X			16,5		8,80%	8		
GB (7)	X			14,3		7,63%	4		
<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>							40		
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI	60	
<b>Condición del Pavimento</b>						<b>Bueno</b>			

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #12 (Manual PCI, 2002)





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



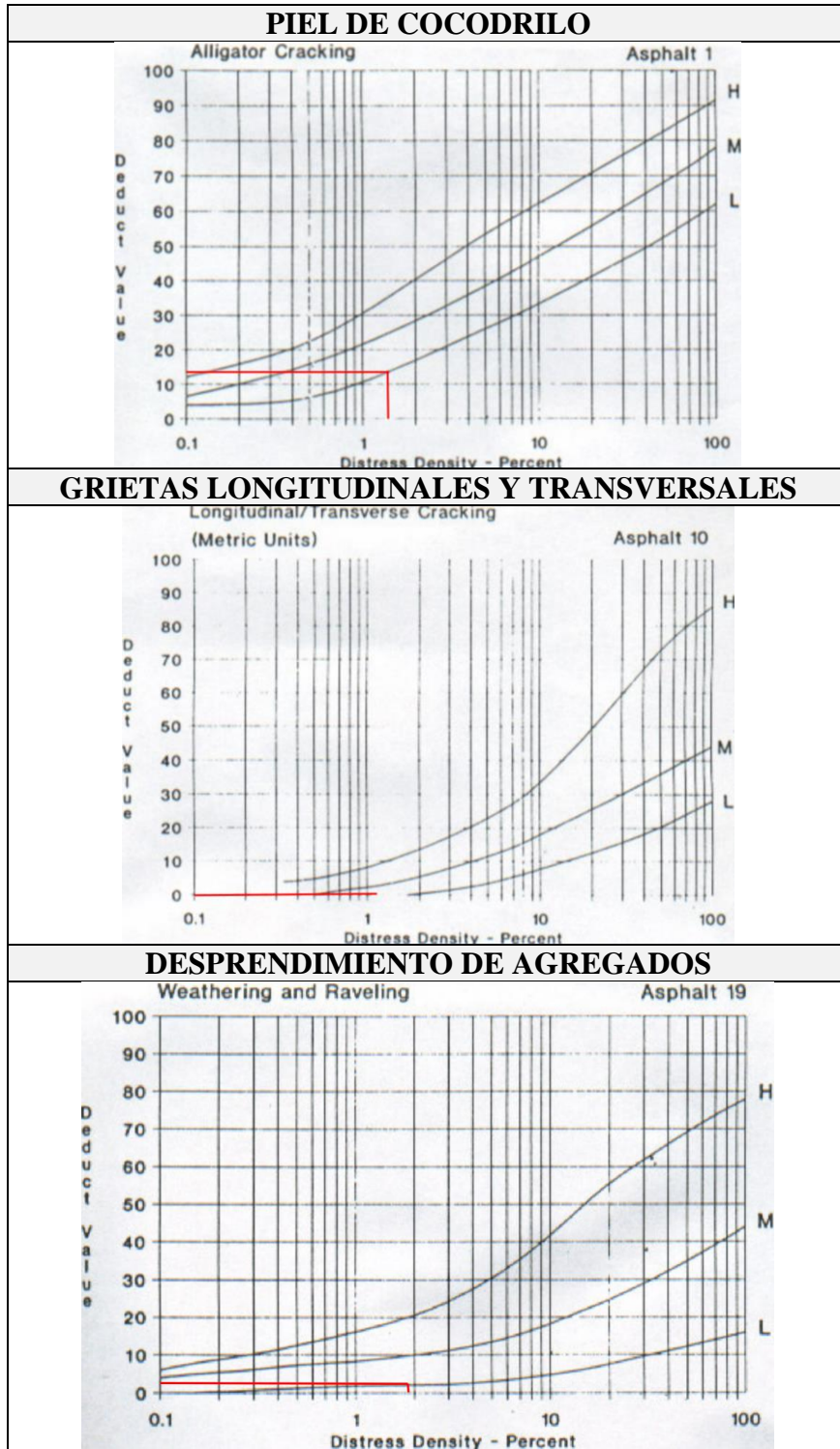
**Proyecto:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

<b>Abscisa Inicial</b>	21+700	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U13	<b>Ancho del Carril</b>	7,55
<b>Abscisa Final</b>	21+725	<b>Área de Muestreo</b>	188,75	<b>Fecha:</b>	6/6/2022
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Lopez



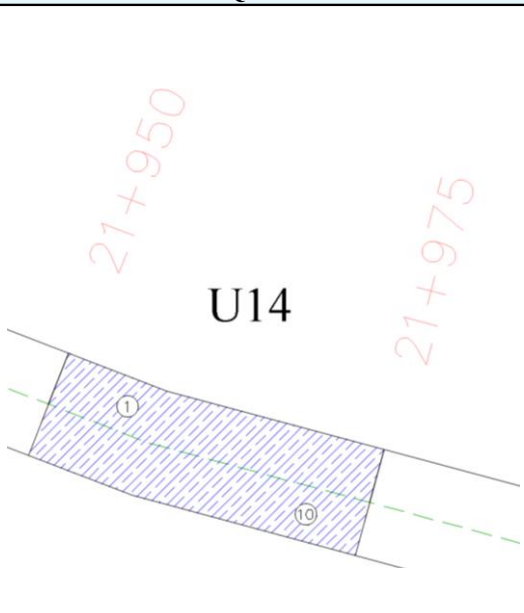
**EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

N°-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD	ESQUEMA				
1	PC	Piel de cocodrilo	m2					
2	EX	Exudación	m2					
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2					
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m					
5	C	Corrugación	m2					
6	D	Depresión	m2					
7	GB	Grieta de borde	m					
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m					
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m					
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m					
11	P	Parcheo	m2					
12	PA	Pulimientado de agregados	m2					
13	HU	Huecos	U					
14	A	Ahuellamiento	m2					
15	DZ	Desplazamiento	m2					
16	GP	Grietas parabólicas	m2					
17	HI	Hinchamiento	m2					
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2					
19	CF	Cruce de vía férrea	m2					
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido	
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)					
PC (1)	X				2,99	1,58%	13	
GLT (10)	X				2,4	1,27%	0	
DA (18)	X				3,64	1,93%	3	
<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>							16	
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI	84
<b>Condición del Pavimento</b>							<b>Muy bueno</b>	

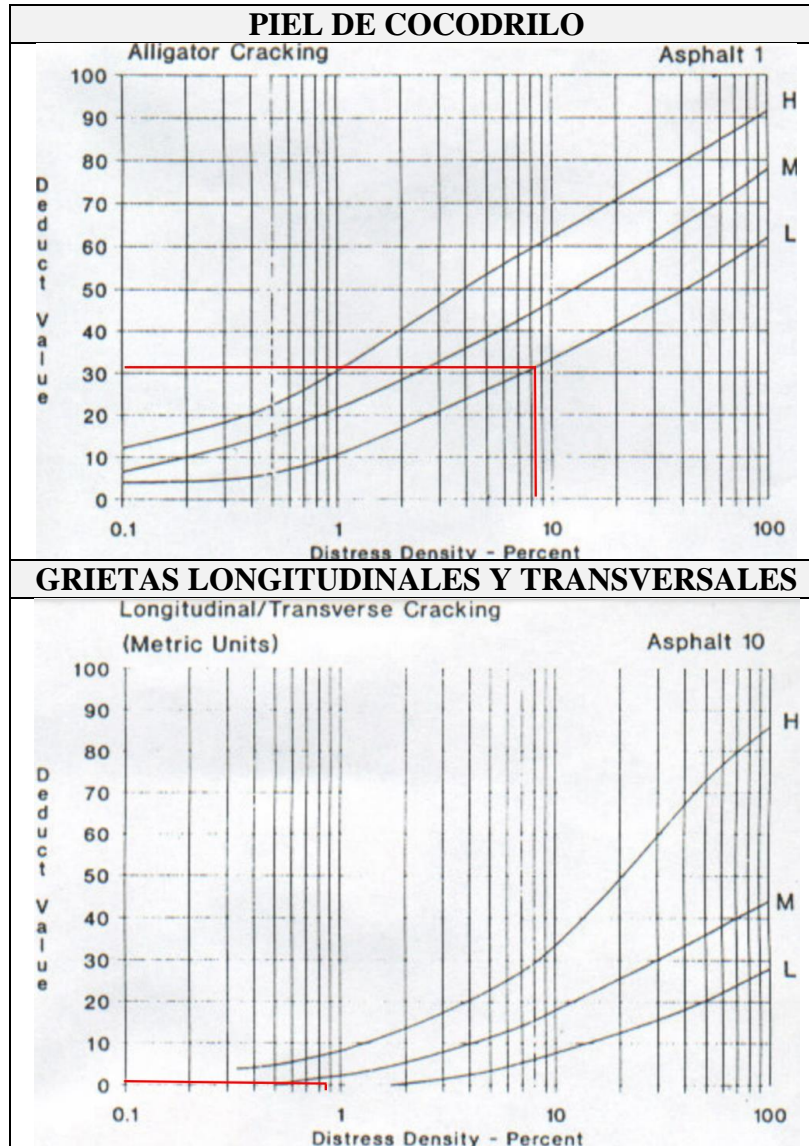
Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #13 (Manual PCI, 2002)





 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>							
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>Proyecto:</b>	IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 – 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
<b>Abscisa Inicial</b>	21+950	<b>#Unidad de Muestreo</b>	U14				
<b>Abscisa Final</b>	21+975	<b>Área de Muestreo</b>	186,25				
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Lopez				
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
Nº-	CÓDIGO	FALLAS	UNIDAD				
1	PC	Piel de cocodrilo	m2				
2	EX	Exudación	m2				
3	AB	Agrietamiento en bloque	m2				
4	AH	Abultamientos y hundimientos	m				
5	C	Corrugación	m2				
6	D	Depresión	m2				
7	GB	Grieta de borde	m				
8	GR	Grieta de reflexión de juntas	m				
9	DB	Desnivel de carril/Berma	m				
10	GLT	Grietas longitudinales y transversales	m				
11	P	Parcheo	m2				
12	PA	Pulimiento de agregados	m2				
13	HU	Huecos	U				
14	A	Ahuellamiento	m2				
15	DZ	Desplazamiento	m2				
16	GP	Grietas parabólicas	m2				
17	HI	Hinchamiento	m2				
18	DA	Desprendimiento de agregados	m2				
19	CF	Cruce de vía férrea	m2				
FALLA No	SEVERIDAD			Cantidades Parciales	Total	Densidad	Valor Deducido
	BAJO(L)	MEDIO(M)	ALTO(H)				
PC (1)	X				15,3	8,21%	31
GLT (10)	X				1,6	0,86%	1
<b>Valor Deducido Total (VDT):</b>							32
				<b>Cálculo PCI</b>	PCI	100-VDT	PCI
							68
<b>Condición del Pavimento</b>						<b>Bueno</b>	

Valores deducidos de fallas en la unidad de muestra #14 (Manual PCI, 2002)



# **ANEXO C**

# **ESTUDIO DE SUELOS**

## **MUESTRA #1**

- **Ubicación**

**Abscisa:** Km 19+400

**Coordenada Norte:** 9845500,25

**Coordenada Este:** 786251,454

- **Ensayos:**



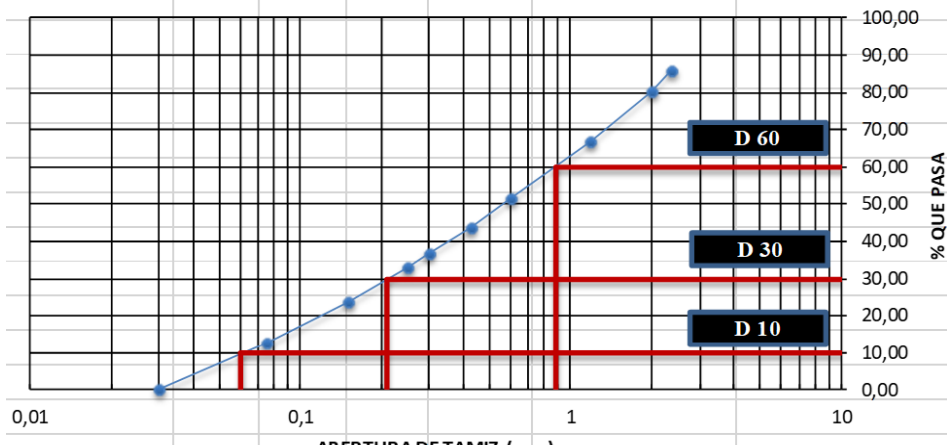
Granulometría

Límites de Atterberg



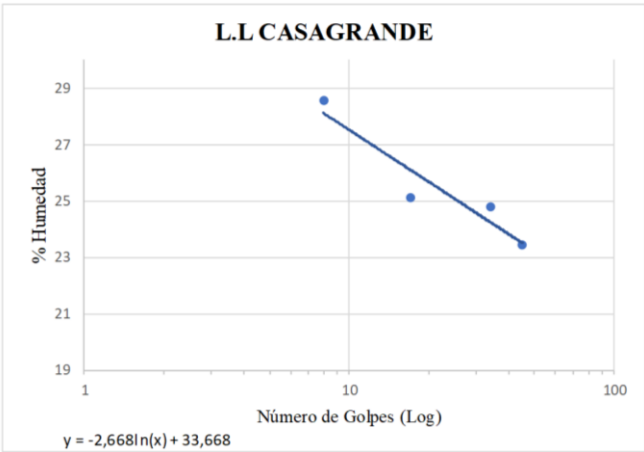
Proctor Modificado

Ensayo CBR



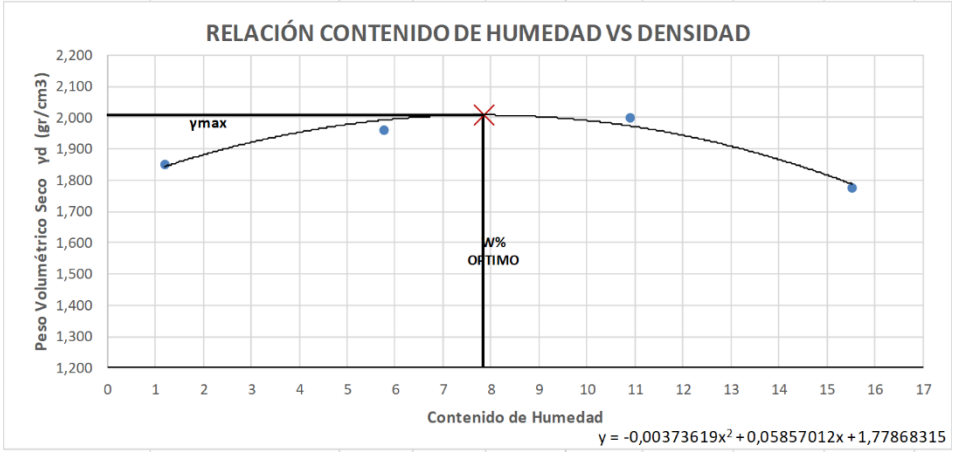
Anexo C-1 (Muestra 1): Análisis Granulométrico

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.				
<b>Normas:</b>	ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70		
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López		
<b>ID de Muestra:</b> 1	<b>Profundidad:</b> 1 m	<b>Coordenadas:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Peso Muestra:</b> 1000 gr	<b>Abscisa:</b> Km 19+400	<b>X:</b> 786251,454	<b>Y:</b> 9845500,25	13/6/2022	
#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que Pasa
8	2,36	140,29	140,3	14,06	85,94
10	2	56,89	197,2	19,76	80,24
16	1,18	132,67	329,9	33,06	66,94
30	0,6	152,19	482	48,31	51,69
40	0,425	80,99	563	56,43	43,57
50	0,3	70,02	633,1	63,45	36,55
60	0,25	33,43	666,5	66,8	33,2
100	0,15	94,83	761,3	76,3	23,7
200	0,075	108,62	869,9	87,19	12,81
<b>Bandeja</b>		127,81	997,7	100	
RESULTADOS					
<b>TNM</b>	2,36	<b>Cu</b>	14,67	<b>Error Permitido</b>	1%
<b>D10</b>	0,06				
<b>D30</b>	0,21	<b>Cc</b>	0,84	<b>Error Calculado</b>	0,23%
<b>D60</b>	0,88				
PORCENTAJE DE MATERIAL					
		<b>Grava (G%)</b>	<b>Arena (S)%</b>	<b>Limo y arcilla (Finos %)</b>	
<b>SUCS</b>		0	87	13	
<b>AASHTO</b>		6	81	13	
Curva de Distribución Granulométrica					
					



Anexo C-2 (Muestra 1): Límites de Atterberg

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.								
<b>Ensayo:</b>	Límites de Atterberg			<b>Normas:</b>		AASHTO T-90-70			
<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López						
<b>ID de Muestra:</b>	1		<b>Coordenadas:</b>					<b>Fecha:</b>	
<b>Abscisa:</b>	Km 19+400		X:786251,454		Y:9845500,25			15/06/2022	
<b>LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE</b>									
<b>Número de Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	
Número de Recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H	
Peso del Recipiente	10,91	11,06	10,93	11,52	10,99	10,85	11,01	11,32	
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) gr	26,72	25,9	24,5	23,79	25,19	26,45	25,02	24,1	
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	23,23	22,58	21,82	21,3	22,36	23,35	22,35	21,68	
Peso Agua (Ww) gr	3,49	3,32	2,68	2,49	2,83	3,1	2,67	2,421	
Peso de la Muestra Seca (Ws)	12,32	11,52	10,89	9,78	11,37	12,5	11,34	10,36	
Contenido de Humedad W%	28,32	28,85	24,7	25,53	24,83	24,83	23,55	23,38	
Promedio W%	28,59		25,12		24,83		23,47		
Número de Golpes	8		17		34		45		
<b>Límite Líquido L.L (%)</b>	<b>25,08</b>								
									
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>									
<b>Número de Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>				
Número de Recipiente	A	B	C	D	E				
Peso del Recipiente	10,55	10,75	10,74	10,71	10,69				
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) gr	12,49	12,71	12,57	12,64	12,48				
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	12,15	12,37	12,25	12,32	12,17				
Peso Agua (Ww) gr	0,34	0,34	0,32	0,32	0,31				
Peso de la Muestra Seca (Ws)	1,6	1,62	1,51	1,61	1,48				
Contenido de Humedad W%	21,11	21,06	20,73	20	20,74				
Promedio W%	20,73								
<b>RESULTADOS</b>									
<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>					25,08				
<b>LÍMITE PLÁSTICO (%)</b>					20,73				
<b>INDICE DE PLASTICIDAD IP (%)</b>					4,35				

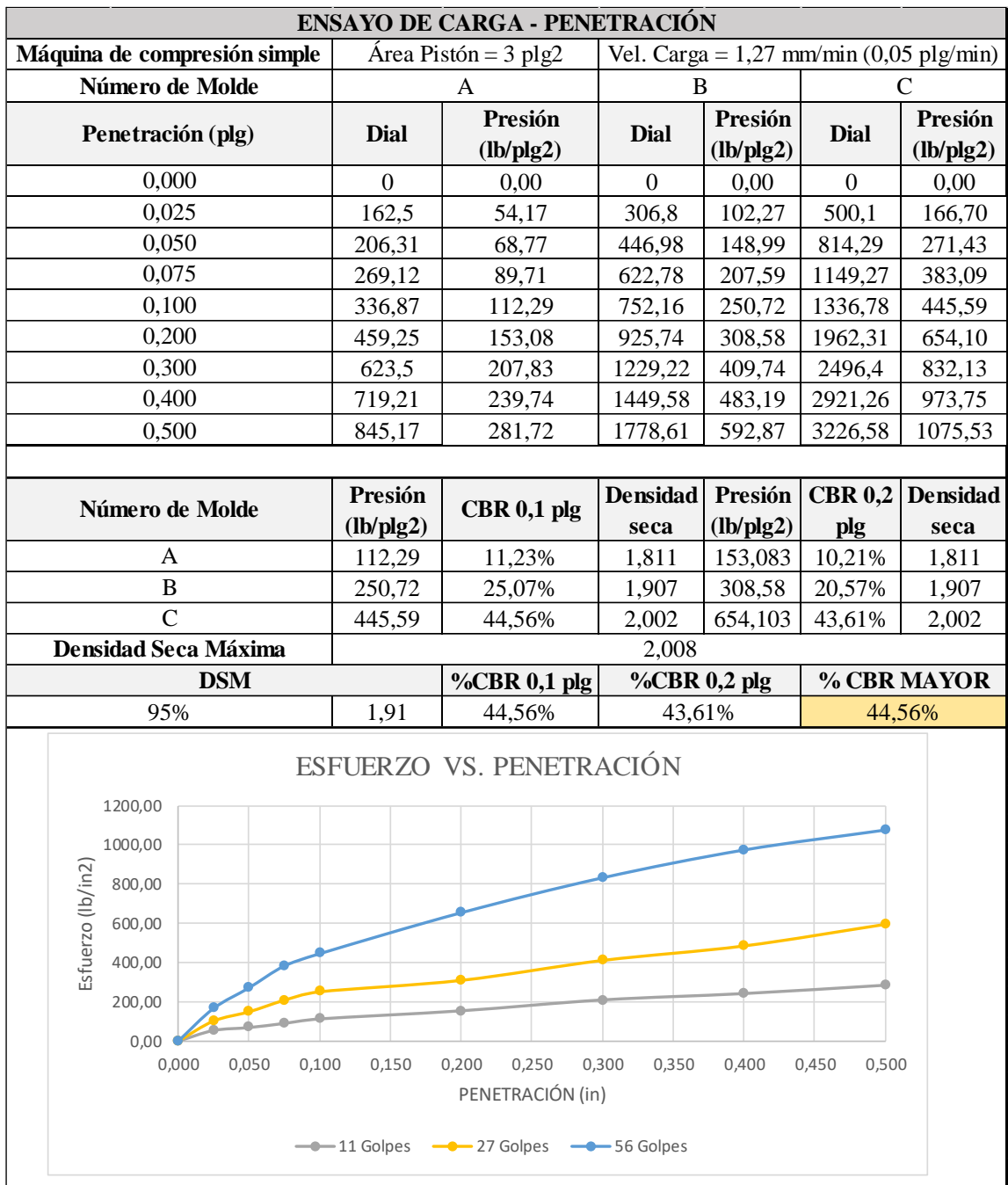
### Anexo C-3 (Muestra 1): Proctor Modificado Tipo B

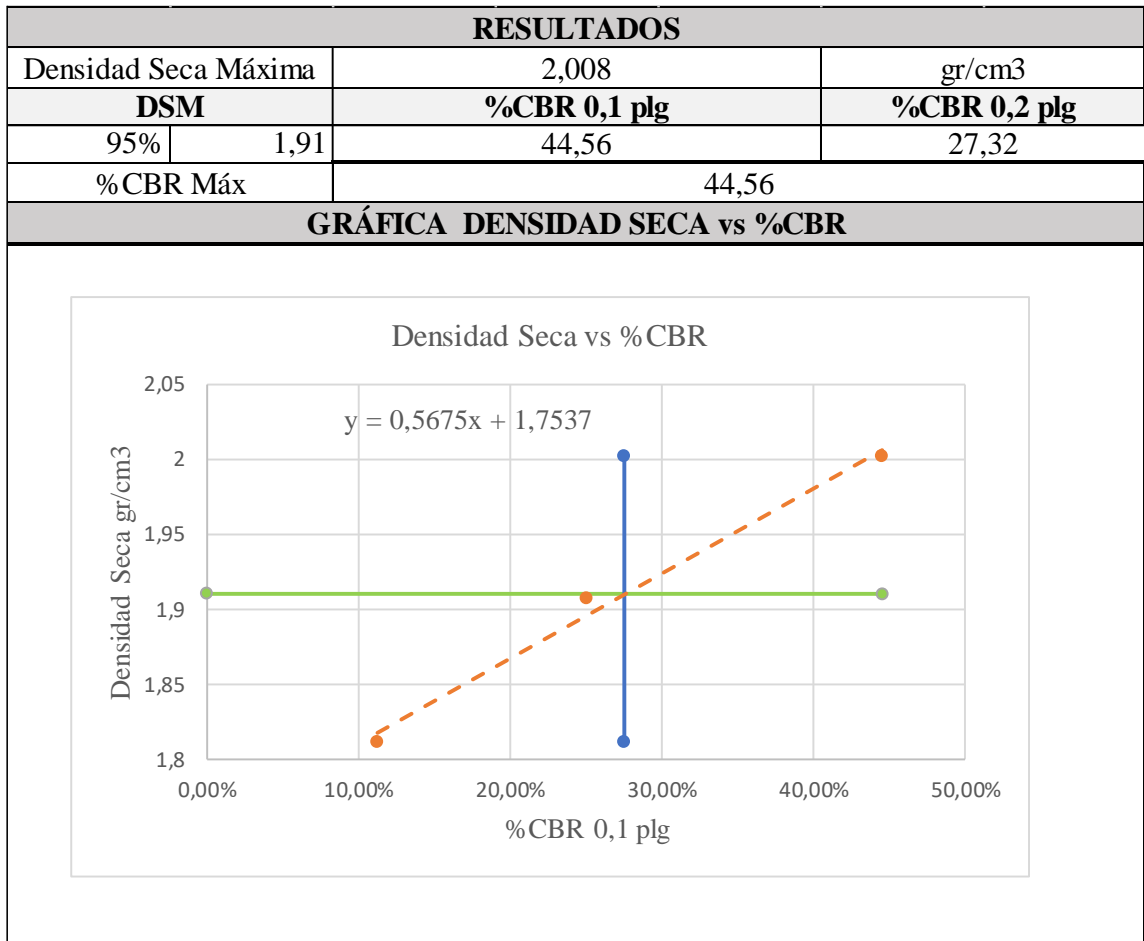
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.							
<b>Ensayo:</b>	Proctor Modificado "B"	<b>Normas:</b>	ASTM-D 1557	AASHTO T 180				
<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López					
<b>ID de Muestra:</b>	1	<b>Coordenadas</b>				<b>Fecha:</b> 16/06/2022		
<b>Abscisa:</b>	Km 19+400	<b>X:</b> 786251,454	<b>Y:</b> 9845500,25					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Numero de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13422 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2328,201 cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación								
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Numero de Ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	5	10	15				
P. molde+suelo húmedo (gr)	18345	18817	19149	18762				
Peso suelo Húmedo Wm (gr)	4371	4843	5175	4788				
Peso Unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )	1,875	2,077	2,219	2,053				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso Recipiente Wr	30,84	30,36	30,73	31,06	26,44	24,66	32,54	33,14
Rec + Suelo Húmedo Wr+Wm	111,71	117,2	134,59	113,12	130,23	129,57	174,14	167,36
Rec + Suelo seco Ws+Wm	110,83	116,12	128,95	108,64	120,79	118,53	154,93	149,49
Peso Sólidos	79,99	85,76	98,22	77,58	94,35	93,87	122,39	116,35
Peso del Agua	0,88	1,08	5,64	4,48	9,44	11,04	19,21	17,87
Contenido de humedad w%	1,10	1,26	5,74	5,77	10,01	11,76	15,70	15,36
Cont. Humedad prom. W%	1,18		5,76		10,88		15,53	
Peso Volumétrico seco γd (gr/cm <sup>3</sup> )	1,853		1,964		2,002		1,777	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
 <p style="text-align: center;"><b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p> <p style="text-align: center;"><math>y = -0,00373619x^2 + 0,05857012x + 1,77868315</math></p>								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
Revisando la gráfica encontramos una densidad máxima de <b>2,008 gr/cm<sup>3</sup></b> y contenido de humedad óptimo de <b>7,84%</b>								

**Anexo C-4 (Muestra 1): Ensayo de relación de soporte de California CBR**

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.						
<b>Ensayo:</b>	CBR		<b>Normas:</b>		ASTM D-1883		
<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López				
<b>ID de Muestra:</b>		1		<b>Coordenadas:</b>		<b>X:786251,454</b>	<b>Wópt: 7,84</b>
<b>Abscisa:</b> Km 19+400						<b>Y:9845500,25</b>	<b>Fecha: 17/06/2022</b>
<b>Molde</b>		<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>	
<b>DIMENSIONES</b>		Diámetro	15,2	Diámetro	15,15	Diámetro	15,16
		Altura	12,85	Altura	12,99	Altura	12,87
Número de golpes		11		27		56	
Muestra húmeda+molde (gr)		11590		10628		11303	
Masa molde (gr)		6995		5752		6263	
Masa muestra húmeda (gr)		4595		4876		5040	
Volumen muestra (cm3)		2331,67		2341,59		2323,03	
Peso Unitario (gr/cm3)		1,971		2,082		2,17	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>
Número de recipiente		A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente		32,58	32,25	30,81	30,91	25,77	24,83
Masa suelo hum+recip. (gr)		165,03	146,2	123,93	111,15	125,06	119,31
Masa suelo seco+recip. (gr)		154,14	137,05	116,1	104,36	117,21	112,15
Masa de agua (gr)		10,89	9,15	7,83	6,79	7,85	7,16
Masa de suelo seco (gr)		121,56	104,8	85,29	73,45	91,44	87,32
Contenido de Humedad W%		8,96	8,73	9,18	9,24	8,58	8,20
Promedio W%		8,84		9,21		8,39	
Peso Unitario seco (gr/cm3)		1,811		1,907		2,002	
<b>DESPUES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda+molde (gr)		11853		10799		11414	
Masa molde (gr)		6995		5752		6263	
Masa muestra húmeda (gr)		4858		5047		5151	
Volumen muestra (cm3)		2331,67		2341,59		2323,03	
Peso Unitario húmedo (gr/cm3)		2,083		2,155		2,217	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>
Número de recipiente		A	B	C	D	E	F
Masa del recipiente		30,86	31,03	30,77	30,8	30,84	30,92
Masa suelo hum+recip. (gr)		120,47	122,82	116,72	125,13	130,47	137,01
Masa suelo seco+recip. (gr)		108,4	110,8	106,42	113,87	119,06	125,12
Masa de agua (gr)		12,07	12,02	10,3	11,26	11,41	11,89
Masa de suelo seco (gr)		77,54	79,77	75,65	83,07	88,22	94,2
Contenido de Humedad W%		15,57	15,07	13,62	13,55	12,93	12,62
Promedio W%		15,32		13,59		12,78	







## MUESTRA #2

- **Ubicación**

**Abscisa:** Km 20+800

**Coordenada Norte:** 9846090,022

**Coordenada Este:** 787355,044

- **Ensayos:**



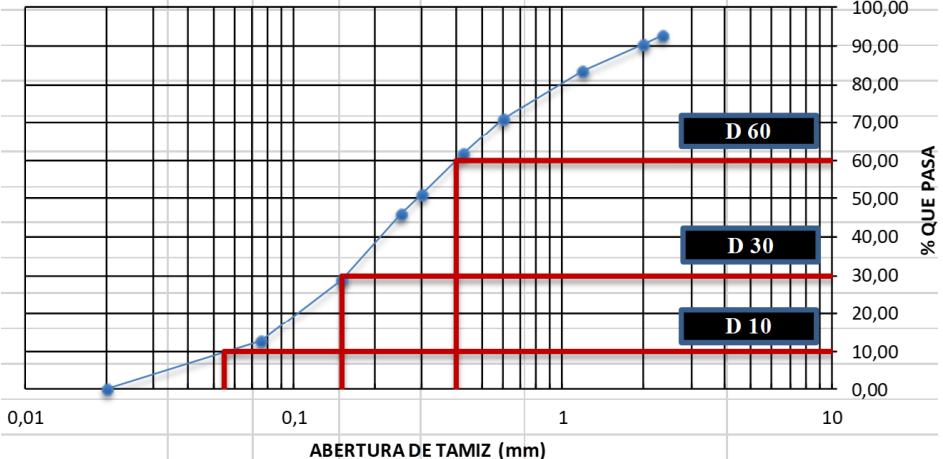
Granulometría

Límites de Atterberg



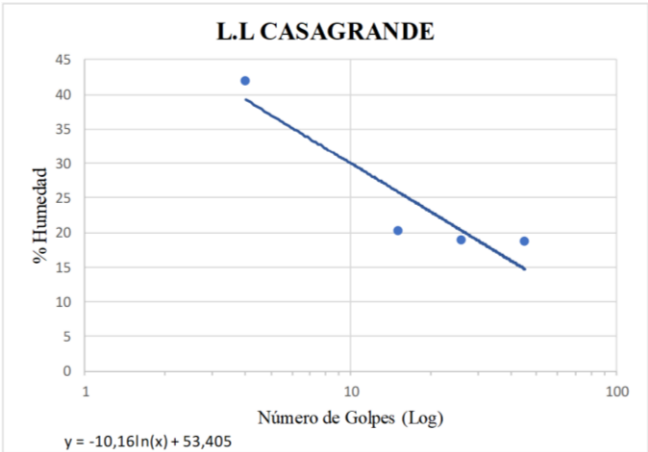
Proctor Modificado

Ensayo CBR



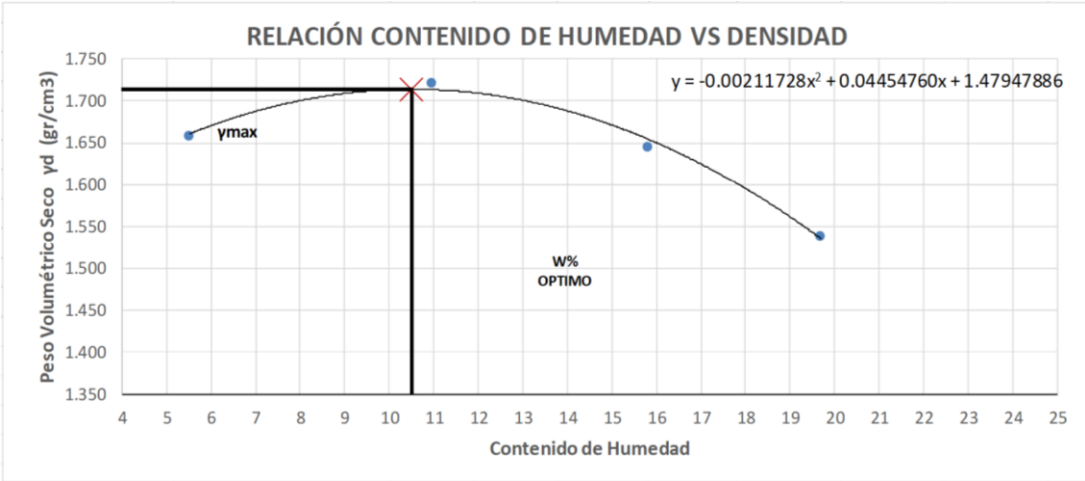
Anexo C-5 (Muestra 2): Análisis Granulométrico

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.					
<b>Normas:</b>	ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70			
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López			
<b>ID de Muestra:</b> 2	<b>Profundidad:</b> 1,25 m	<b>Coordenadas:</b>		<b>Fecha:</b>		
<b>Peso Muestra:</b> 1000 gr	<b>Abscisa:</b> 20+800	<b>X:</b> 787355,044	<b>Y:</b> 9846090,022	13/6/2022		
#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que Pasa	
8	2,36	69,96	70	7,06	92,94	
10	2	23,63	93,6	9,44	90,56	
16	1,18	72,09	165,7	16,72	83,28	
30	0,6	122,85	288,5	29,12	70,88	
40	0,425	91,99	380,5	38,4	61,6	
50	0,3	102,72	483,2	48,76	51,24	
60	0,25	50,21	533,5	53,83	46,17	
100	0,15	172,09	705,5	71,2	28,8	
200	0,075	159,09	864,6	87,25	12,75	
<b>Bandeja</b>		126,35	991	100		
RESULTADOS						
<b>TNM</b>	2,36	<b>Cu</b>	7,27	<b>Error Permitido</b>	1%	
<b>D10</b>	0,055					
<b>D30</b>	0,15	<b>Cc</b>	1,02	<b>Error Calculado</b>	0,90%	
<b>D60</b>	0,4					
PORCENTAJE DE MATERIAL						
		<b>Grava (G%)</b>	<b>Arena (S)%</b>	<b>Limo y arcilla (Finos %)</b>		
<b>SUCS</b>		0	87	13		
<b>AASHTO</b>		6	81	13		
Curva de Distribución Granulométrica						
 <p>The graph plots the percentage of material passing through various sieve sizes. The x-axis represents sieve size in millimeters on a logarithmic scale from 0.01 to 10. The y-axis represents the percentage of material passing, ranging from 0.00 to 100.00. A blue curve connects the data points. Three specific points are highlighted with red vertical lines and labeled: D10 at approximately 0.075 mm (12.75% passing), D30 at 0.15 mm (28.8% passing), and D60 at 0.25 mm (46.17% passing).</p>						



Anexo C-6 (Muestra 2): Límites de Atterberg

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>							
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>							
	<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.							
<b>Ensayo:</b>	Límites de Atterberg			<b>Normas:</b>	AASHTO T-90-70			
<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López					
<b>ID de Muestra:</b>	2		<b>Coordenadas:</b>				<b>Fecha:</b>	
<b>Abscisa:</b>	Km 20+800		X:787355,044		Y:9846090,022		15/06/2022	
<b>LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASAGRANDE</b>								
<b>Número de Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Número de Recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del Recipiente	11,08	10,98	11,12	10,85	10,85	11,24	11,69	11,34
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) gr	21,86	21,85	24,65	25,8	23,26	24,13	20,19	22,01
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	18,75	18,54	22,37	23,27	21,28	22,08	18,84	20,33
Peso Agua (Ww) gr	3,11	3,31	2,28	2,53	1,98	2,05	1,346	1,683
Peso de la Muestra Seca (Ws)	7,67	7,56	11,25	12,42	10,43	10,84	7,149	8,99
Contenido de Humedad W%	40,5	43,74	20,35	20,44	18,98	18,96	18,83	18,72
Promedio W%	42,12		20,40		18,97		18,78	
Número de Golpes	8		17		34		45	
<b>Límite Líquido L.L. (%)</b>	<b>20,7</b>							
								
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>								
<b>Número de Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>			
Número de Recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del Recipiente	10,64	10,64	10,79	10,53	10,59			
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) gr	12,45	12,62	12,64	12,41	12,63			
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	12,15	12,28	12,32	12,1	12,29			
Peso Agua (Ww) gr	0,3	0,34	0,32	0,31	0,34			
Peso de la Muestra Seca (Ws)	1,51	1,64	1,53	1,57	1,7			
Contenido de Humedad W%	20,16	20,77	20,86	19,89	19,51			
Promedio W%	20,24							
<b>RESULTADOS</b>								
<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>					20,7			
<b>LÍMITE PLÁSTICO (%)</b>					20,24			
<b>INDICE DE PLASTICIDAD IP (%)</b>					0,462			

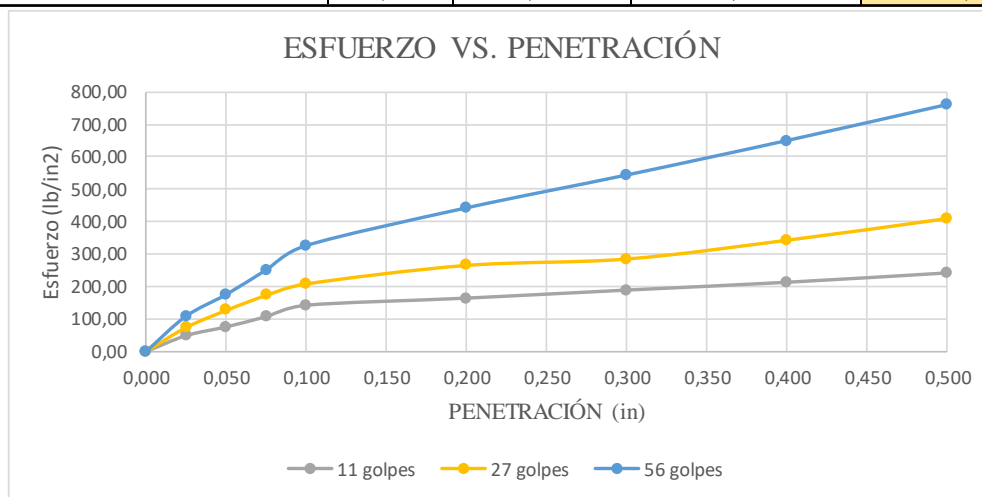
**Anexo C-7 (Muestra 2): Proctor Modificado Tipo B**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.							
<b>Ensayo:</b>	Proctor Modificado "B"	<b>Normas:</b>	ASTM-D 1557	AASHTO T 180				
<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López					
<b>ID de Muestra:</b>	2	<b>Coordenadas</b>			<b>Fecha:</b> 20/06/2022			
<b>Abscisa:</b>	Km 20+800	<b>X:</b> 787355,044	<b>Y:</b> 9846090,022					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Numero de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13422 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2328,201 cm <sup>3</sup>			
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)	17497	17870	17857	17711				
Peso suelo Húmedo Wm (gr)	4075	4448	4435	4289				
Peso Unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )	1,75	1,91	1,905	1,842				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso Recipiente Wr	30,85	30,08	27,64	25,53	33,41	32,86	31,52	31,44
Rec + Suelo Húmedo Wr+Wm	121,25	115,62	131,55	122,43	190,45	165,27	174,92	217,62
Rec + Suelo seco Ws+Wm	116,57	111,09	121,57	112,57	168,92	147,27	151,33	186,94
Peso Sólidos	85,72	81,01	93,93	87,04	135,51	114,41	119,81	155,5
Peso del Agua	4,68	4,53	9,98	9,86	21,53	18	23,59	30,68
Contenido de humedad w%	5,46	5,59	10,62	11,33	15,89	15,73	19,69	19,73
Cont. Humedad prom. W%	5,53		10,98		15,81		19,71	
Peso Volumétrico seco γd (gr/cm <sup>3</sup> )	1,659		1,722		1,645		1,539	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;"><b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p> 								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
Revisando la gráfica encontramos una densidad máxima de <b>1,714 gr/cm<sup>3</sup></b> y contenido de humedad óptimo de <b>10,52%</b>								

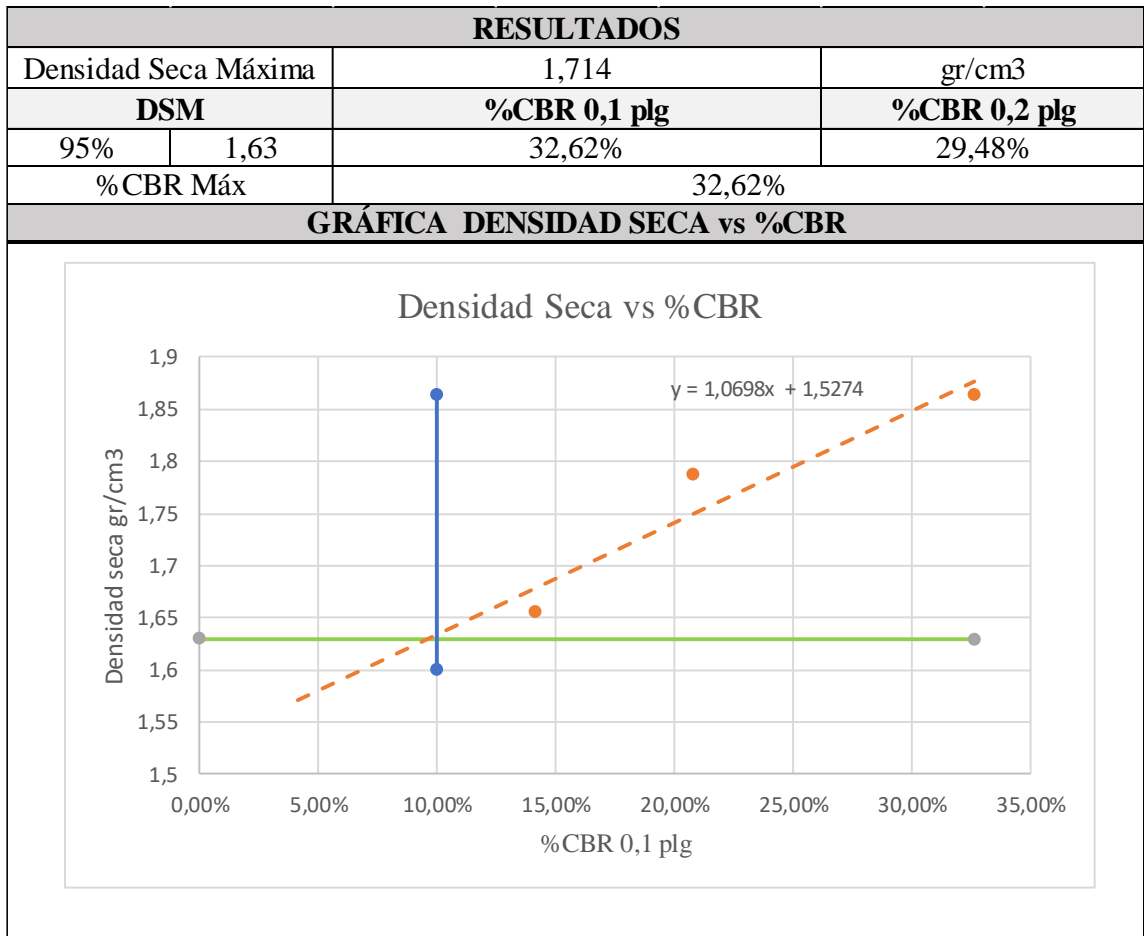
**Anexo C-8 (Muestra 2):** Ensayo de relación de soporte de California CBR

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.						
<b>Ensayo:</b>	CBR		<b>Normas:</b>		ASTM D-1883		
<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López				
<b>ID de Muestra:</b>	2		<b>Coordenadas:</b>	<b>X:</b> 787355,044		<b>Wópt:</b> 10,52	
<b>Abscisa:</b> Km 20+800				<b>Y:</b> 9846090,022		<b>Fecha:</b> 22/06/2022	
<b>Molde</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>		
<b>DIMENSIONES</b>	Diámetro	15,11	Diámetro	15,15	Diámetro	15,16	
	Altura	12,94	Altura	12,91	Altura	12,89	
Número de golpes	11		27		56		
Muestra húmeda+molde (gr)	10105		10890		14448		
Masa molde (gr)	5820		6276		9604		
Masa muestra húmeda (gr)	4285		4614		4844		
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2320,28		2327,17		2326,64		
Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	1,847		1,983		2,082		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	
Masa del recipiente	31,07	24,02	29,95	30,73	32,55	33,4	
Masa suelo hum+recip. (gr)	132,3	92,67	153,2	138,26	157,55	116,81	
Masa suelo seco+recip. (gr)	121,55	85,68	141,21	127,45	142,92	109,06	
Masa de agua (gr)	10,75	6,99	11,99	10,81	14,63	7,75	
Masa de suelo seco (gr)	90,48	61,66	111,26	96,72	110,37	75,66	
Contenido de Humedad W%	11,88	11,34	10,78	11,18	13,26	10,24	
Promedio W%	11,61		10,98		11,75		
Peso Unitario seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,655		1,787		1,863		
<b>DESPUES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda+molde (gr)	10318		11006		14481		
Masa molde (gr)	5820		6276		9604		
Masa muestra húmeda (gr)	4498		4730		4877		
Volumen muestra (cm <sup>3</sup> )	2320,28		2327,17		2326,64		
Peso Unitario húmedo (gr/cm <sup>3</sup> )	1,939		2,033		2,096		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	
Masa del recipiente	24,01	23,78	31,16	30,49	30,9	30,81	
Masa suelo hum+recip. (gr)	116,99	126,84	161,74	156,38	104,92	103,1	
Masa suelo seco+recip. (gr)	103,52	111,8	144,78	139,85	96,37	93,5	
Masa de agua (gr)	13,47	15,04	16,96	16,53	8,55	9,6	
Masa de suelo seco (gr)	79,51	88,02	113,62	109,36	65,47	62,69	
Contenido de Humedad W%	16,94	17,09	14,93	15,12	13,06	15,31	
Promedio W%	17,01		15,02		14,19		

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN						
Máquina de compresión simple	Área Pistón = 3 plg <sup>2</sup>		Vel. Carga = 1,27 mm/min (0,05 plg/min)			
Número de Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/plg <sup>2</sup> )	Dial	Presión (lb/plg <sup>2</sup> )
0,000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
0,025	146,2	48,73	221,47	73,8233	326,24	108,75
0,050	226,3	75,43	379,45	126,483	526,31	175,44
0,075	319,74	106,58	517,8	172,6	753,21	251,07
0,100	424,1	141,37	624,3	208,1	978,56	326,19
0,200	489,16	163,05	795,14	265,047	1326,74	442,25
0,300	562,7	187,57	854,19	284,73	1629,87	543,29
0,400	633,85	211,28	1027,15	342,383	1947,54	649,18
0,500	719,21	239,74	1226,8	408,933	2279,84	759,95
Número de Molde	Presión (lb/plg <sup>2</sup> )	CBR 0,1 plg	Densidad seca	Presión (lb/plg <sup>2</sup> )	CBR 0,2 plg	Densidad seca
A	141,37	14,14%	1,655	163,05	10,87%	1,655
B	208,10	20,81%	1,787	265,047	17,67%	1,787
C	326,19	32,62%	1,863	442,25	29,48%	1,863
Densidad Seca Máxima	1,714					
DSM		%CBR 0,1 plg	%CBR 0,2 plg	% CBR MAYOR		
95%		1,63	32,62%	29,48%	32,62%	







### **MUESTRA #3**

- **Ubicación**

**Abscisa:** Km 21+800

**Coordenada Norte:** 9845664.337

**Coordenada Este:** 787355.044

- **Ensayos:**



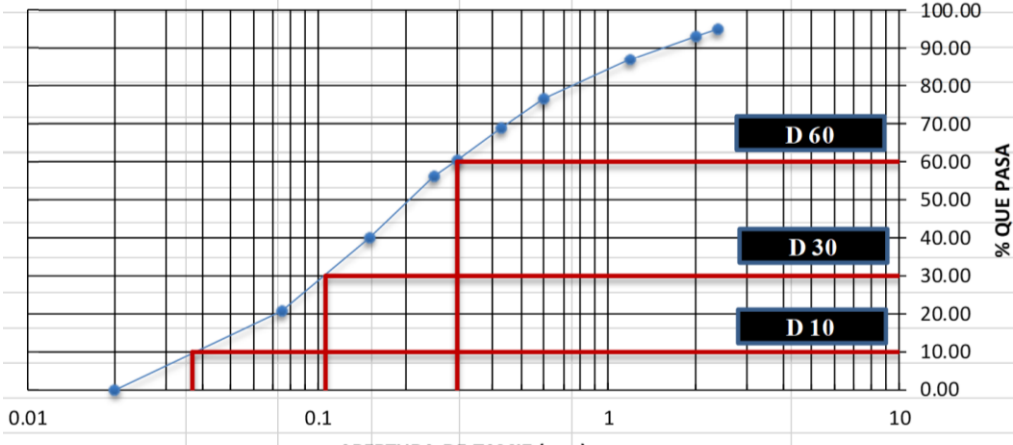
Granulometría

Límites de Atterberg



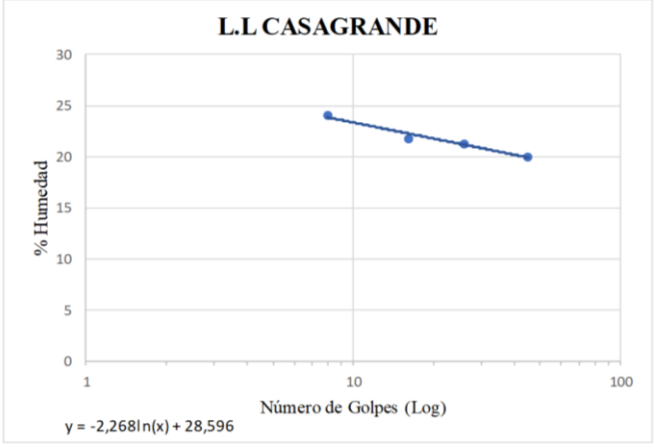
Proctor Modificado

Ensayo CBR



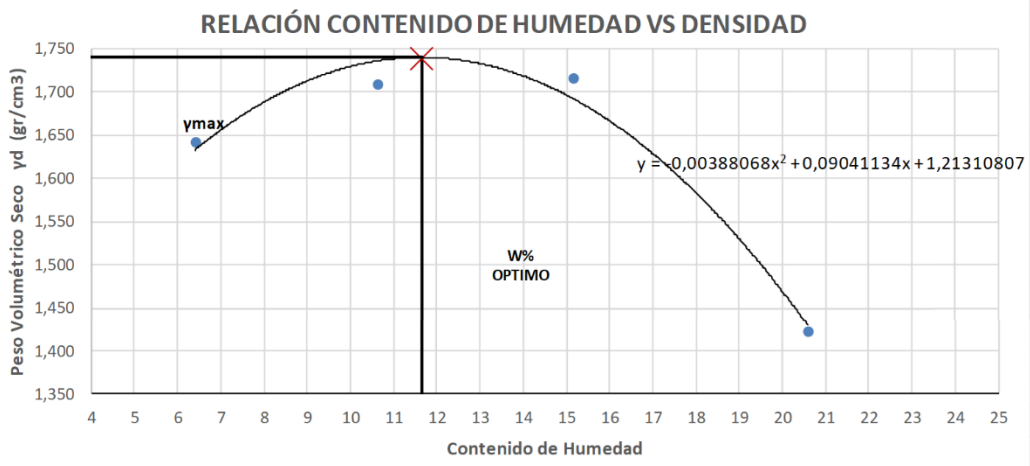
Anexo C-9 (Muestra 3): Análisis Granulométrico

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.				
<b>Normas:</b>	ASTM: D421-58 D-422-63		AASHTO: 7-87-70 7-88-70		
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez		<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López		
<b>ID de Muestra:</b> 3	<b>Profundidad:</b> 1 m	<b>Coordenadas:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Peso Muestra:</b> 1000 gr	<b>Abscisa:</b> 21+800	<b>X:</b> 788239,634	<b>Y:</b> 9845664,33	<b>13/06/202</b>	
#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que Pasa
8	2,36	49,73	49,7	4,98	95,02
10	2	19,36	69,1	6,92	93,08
16	1,18	61,71	130,8	13,11	86,89
30	0,6	103,61	234,4	23,49	76,51
40	0,425	75,46	309,9	31,05	68,95
50	0,3	86,08	396,0	39,67	60,33
60	0,25	40,81	436,8	43,76	56,24
100	0,15	161,13	597,9	59,9	40,1
200	0,075	192,44	790,3	79,18	20,82
<b>Bandeja</b>		207,76	998,1	100	
RESULTADOS					
<b>TNM</b>	2,36	<b>Cu</b>	8,11	<b>Error Permitido</b>	1%
<b>D10</b>	0,037				
<b>D30</b>	0,11				
<b>D60</b>	0,3	<b>Cc</b>	1,01	<b>Error Calculado</b>	0,19%
PORCENTAJE DE MATERIAL					
		<b>Grava (G%)</b>	<b>Arena (S)%</b>	<b>Limo y arcilla (Finos %)</b>	
<b>SUCS</b>		0	79	21	
<b>AASHTO</b>		0	79	21	
Curva de Distribución Granulométrica					
					



Anexo C-10 (Muestra 3): Límites de Atterberg

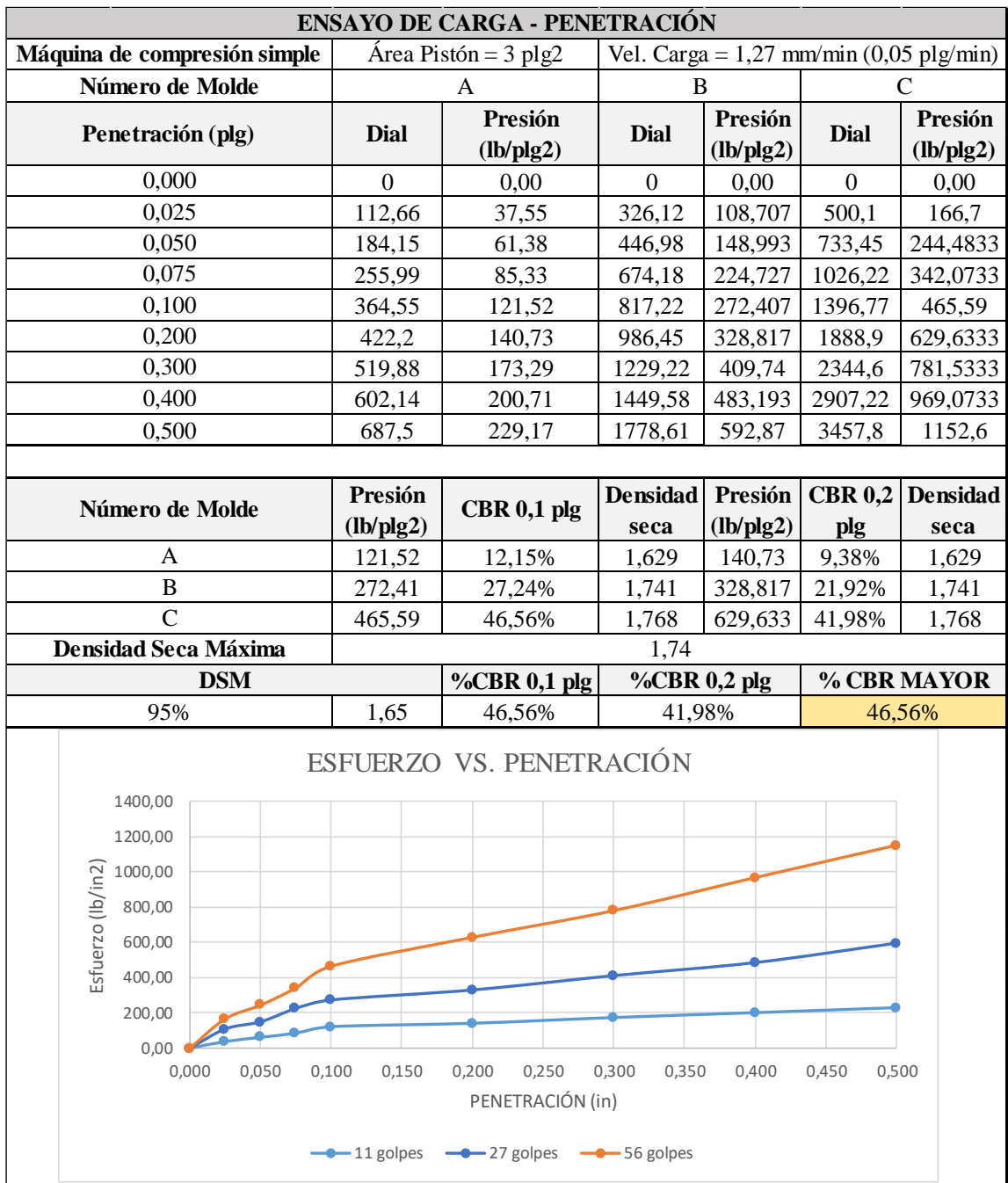
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.							
<b>Ensayo:</b>	Límites de Atterberg			<b>Normas:</b>	AASHTO T-90-70			
<b>Realizado por:</b>	Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b>	Ing. Mg Alex Gustavo López			
<b>ID de Muestra:</b>	3		<b>Coordenadas:</b>				<b>Fecha:</b>	
<b>Abscisa:</b>	21+800		<b>X:</b>	788239,634		<b>Y:</b>	9845664,337	
<b>LÍMITE LÍQUIDO - COPA CASA GRANDE</b>								
<b>Número de Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Número de Recipiente	A	B	C	D	E	F	G	H
Peso del Recipiente	11,34	11,28	10,93	11,12	10,85	11,46	11,39	11,07
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) gr	28,15	30,57	28,45	27,71	27,28	26,88	25,05	24,86
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	24,87	26,83	25,31	24,74	24,39	24,17	22,77	22,55
Peso Agua (Ww) gr	3,28	3,74	3,14	2,97	2,89	2,71	2,28	2,31
Peso de la Muestra Seca (Ws)	13,53	15,55	14,38	13,62	13,54	12,71	11,38	11,48
Contenido de Humedad W%	24,25	24,01	21,82	21,83	21,31	21,33	20,04	20,11
Promedio W%	24,13		21,83		21,32		20,08	
Número de Golpes	8		16		26		45	
<b>Límite Líquido L.L (%)</b>	<b>21,3</b>							
 <p style="text-align: center;"><b>L.L. CASAGRANDE</b></p> <p style="text-align: center;">y = -2,268ln(x) + 28,596</p>								
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>								
<b>Número de Muestra</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>			
Número de Recipiente	A	B	C	D	E			
Peso del Recipiente	10,76	10,64	10,75	10,66	10,71			
Peso Húmedo+Recipiente (Wm+Wr) gr	12,27	12,89	12,66	12,25	12,55			
Peso Seco+Recipiente (Ws+Wr) gr	12,01	12,5	12,33	11,98	12,23			
Peso Agua (Ww) gr	0,26	0,39	0,33	0,27	0,32			
Peso de la Muestra Seca (Ws)	1,25	1,86	1,58	1,32	1,52			
Contenido de Humedad W%	20,75	20,73	20,89	20,9	21			
Promedio W%	20,85							
<b>RESULTADOS</b>								
<b>LÍMITE LÍQUIDO (%)</b>	21,3							
<b>LÍMITE PLÁSTICO (%)</b>	20,85							
<b>INDICE DE PLASTICIDAD IP (%)</b>	0,45							

### Anexo C-11 (Muestra 3): Proctor Modificado Tipo B

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.							
<b>Ensayo:</b>	Proctor Modificado "B"	<b>Normas:</b>	ASTM-D 1557	AASHTO T 180				
<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López					
<b>ID de Muestra:</b>	3	<b>Coordenadas</b>			<b>Fecha:</b> 24/06/2022			
<b>Abscisa:</b>	Km 21+800	<b>X:</b> 788239,634	<b>Y:</b> 9845664,337					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR								
Numero de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13422 gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2328,201 cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación								
Peso inicial deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Numero de Ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	5	10	15	20				
P. molde+suelo húmedo (gr)	18078	18413	18611	18004				
Peso suelo Húmedo Wm (gr)	4080	4415	4613	4006				
Peso Unitario húmedo γm (gr/cm <sup>3</sup> )	1,747	1,891	1,976	1,716				
2. CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso Recipiente Wr	31,13	32,53	30,1	31,13	25,96	23,78	30,75	30,87
Rec + Suelo Húmedo Wr+Wm	142,64	158,47	103,89	110,18	114,28	113,7	128,21	139,53
Rec + Suelo seco Ws+Wm	136,09	150,72	96,81	105,56	102,4	102,14	111,36	121,21
Peso Sólidos	104,96	118,19	66,71	74,43	76,44	78,36	80,61	90,34
Peso del Agua	6,55	7,75	7,08	4,62	11,88	11,56	16,85	18,32
Contenido de humedad w%	6,24	6,56	10,61	6,21	15,54	14,75	20,90	20,28
Cont. Humedad prom. W%	6,40		8,41		15,15		20,59	
Peso Volumétrico seco γd (gr/cm <sup>3</sup> )	1,642		1,709		1,716		1,423	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;"><b>RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</b></p> 								
4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO								
Revisando la gráfica encontramos una densidad máxima de <b>1,740 gr/cm<sup>3</sup></b> y contenido de humedad óptimo de <b>11,65%</b>								

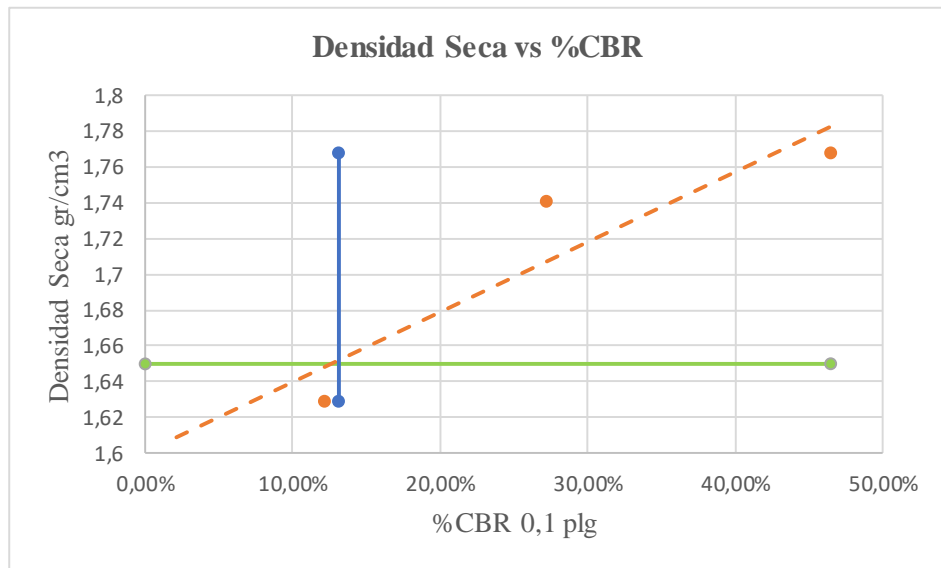
**Anexo C-12 (Muestra 3):** Ensayo de relación de soporte de California CBR

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
<b>Proyecto</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate-Baños ABS 18+700 – 22+200 de la Provincia de Tungurahua.						
<b>Ensayo:</b>	CBR		Normas:		ASTM D-1883		
<b>Realizado por:</b> Juan Sebastián Sánchez			<b>Revisado por:</b> Ing. Mg Alex Gustavo López				
<b>ID de Muestra:</b>	3		<b>Coordenadas:</b>	<b>X:</b>		<b>Wópt:</b> 11,65	
<b>Abscisa:</b> Km 20+700				<b>Y:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Molde</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>		
<b>DIMENSIONES</b>	Diámetro	15,11	Diámetro	15,15	Diámetro	15,16	
	Altura	12,94	Altura	12,91	Altura	12,89	
Número de golpes	11		27		56		
Muestra húmeda+molde (gr)	10056		11574		10930		
Masa molde (gr)	5752		6995		6263		
Masa muestra húmeda (gr)	4304		4579		4667		
Volumen muestra (cm3)	2341,59		2331,67		2323,03		
Peso Unitario (gr/cm3)	1,838		1,964		2,009		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	<b>Bandeja</b>	<b>Molde</b>	
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	
Masa del recipiente	31,27	30,73	32,48	31,12	30,79	30,92	
Masa suelo hum+recip. (gr)	135,05	129,56	150,23	128,35	134,67	149,91	
Masa suelo seco+recip. (gr)	123,13	118,47	136,85	117,36	122,1	135,74	
Masa de agua (gr)	11,92	11,09	13,38	10,99	12,57	14,17	
Masa de suelo seco (gr)	91,86	87,74	104,37	86,24	91,31	104,82	
Contenido de Humedad W%	12,98	12,64	12,82	12,74	13,77	13,52	
Promedio W%	12,81		12,78		13,64		
Peso Unitario seco (gr/cm3)	1,629		1,741		1,768		
<b>DESPUES DE LA SATURACIÓN</b>							
Muestra húmeda+molde (gr)	10263		11668		10986		
Masa molde (gr)	5752		6995		6263		
Masa muestra húmeda (gr)	4511		4673		4723		
Volumen muestra (cm3)	2341,59		2331,67		2323,03		
Peso Unitario húmedo (gr/cm3)	1,926		2,004		2,033		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>	
Número de recipiente	A	B	C	D	E	F	
Masa del recipiente	26,5	23,1	30,96	31,18	35,54	30,57	
Masa suelo hum+recip. (gr)	112,8	117,27	98,02	97,33	142,37	160,84	
Masa suelo seco+recip. (gr)	99,38	102,09	88,14	87,83	128,25	141,87	
Masa de agua (gr)	13,42	15,18	9,88	9,5	14,12	18,97	
Masa de suelo seco (gr)	72,88	78,99	57,18	56,65	92,71	111,3	
Contenido de Humedad W%	18,41	19,22	17,28	16,77	15,23	17,04	
Promedio W%	18,82		17,02		16,14		



RESULTADOS		
Densidad Seca Máxima	1,74	gr/cm <sup>3</sup>
<b>DSM</b>	<b>%CBR 0,1 plg</b>	<b>%CBR 0,2 plg</b>
95%	1,65	46,56%
%CBR Máx	46,56%	

**GRÁFICA DENSIDAD SECA vs %CBR**













# **ANEXO D**







# **FOTOGRAFÍAS**






	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
	<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>ANEXOS FOTOGRÁFICOS</b>			
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>			
<b>Fotografía 1</b>		<b>Fotografía 2</b>	
			
<b>Descripción:</b> Abscisando la vía Patate-Baños ABS km 18+700 hasta km 22+200		<b>Descripción:</b> Realizando el levantamiento topográfico por medio de un GPS	
<b>RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO</b>			
<b>Fotografía 3</b>		<b>Fotografía 4</b>	
			
<b>Descripción:</b> Realizando la excavación para obtener las calicatas		<b>Descripción:</b> Recolectando muestras de suelo	

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
	<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>ANEXOS FOTOGRÁFICOS</b>			
<b>CONTEO VEHICULAR</b>			
<b>Fotografía 5</b>		<b>Fotografía 6</b>	
			
<b>Descripción:</b> Realizando el conteo vehicular en la mañana		<b>Descripción:</b> Realizando el conteo vehicular en la tarde	
<b>ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</b>			
<b>Fotografía 7</b>		<b>Fotografía 8</b>	
			
<b>Descripción:</b> Midiendo las fallas presentes en el pavimento		<b>Descripción:</b> Identificando las distintos tipos de fallas en la capa de rodadura.	

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
	<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>ANEXOS FOTOGRÁFICOS</b>			
<b>ENSAYO DE VIGA BENKELMAN</b>			
<b>Fotografía 9</b>		<b>Fotografía 10</b>	
			
<b>Descripción:</b> Armando la viga Benkelman para proceder a realizar el ensayo.		<b>Descripción:</b> Nivelando el equipo para realizar el ensayo.	
<b>Fotografía 11</b>		<b>Fotografía 12</b>	
			
<b>Descripción:</b> Calibrando la viga Benkelman para obtener resultados reales.		<b>Descripción:</b> Revisando los datos proporcionados por la viga Benkelman.	

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
	<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>ANEXOS FOTOGRÁFICOS</b>			
<b>ENSAYO DE SUELOS</b>			
<b>Fotografía 13</b>		<b>Fotografía 14</b>	
			
<b>Descripción:</b> Realizando el análisis granulométrico de las muestras obtenidas.		<b>Descripción:</b> Pesando el suelo retenido en el tamiz #200	
<b>Fotografía 15</b>		<b>Fotografía 16</b>	
			
<b>Descripción:</b> Colocando la mezcla de suelo en el equipo Copa Casa Grande.		<b>Descripción:</b> Diviando la mezcla por medio de un ranurador.	

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
	<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>ANEXOS FOTOGRÁFICOS</b>			
<b>ENSAYO DE SUELOS</b>			
<b>Fotografía 17</b>		<b>Fotografía 18</b>	
			
<b>Descripción:</b> Preparando la muestra para realizar el ensayo límite plástico.		<b>Descripción:</b> Realizando el ensayo límite plástico.	
<b>Fotografía 19</b>		<b>Fotografía 20</b>	
			
<b>Descripción:</b> Mezclando el suelo con un cierto porcentaje de agua.		<b>Descripción:</b> Colocando la muestra en un cilindro metálico para el ensayo Proctor.	

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>	
	<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>ANEXOS FOTOGRÁFICOS</b>		
<b>ENSAYO DE SUELOS</b>		
<b>Fotografía 21</b>	<b>Fotografía 22</b>	
		
<b>Descripción:</b> Realizando el ensayo Proctor Modificado.	<b>Descripción:</b> Ensarando el cilindro para obtener una superficie lisa.	
<b>Fotografía 23</b>	<b>Fotografía 24</b>	
		
<b>Descripción:</b> Colocando la muestra en la máquina de curado para el ensayo CBR.	<b>Descripción:</b> Colocando el cilindro metálico en la máquina multispeed.	

# **ANEXO E**

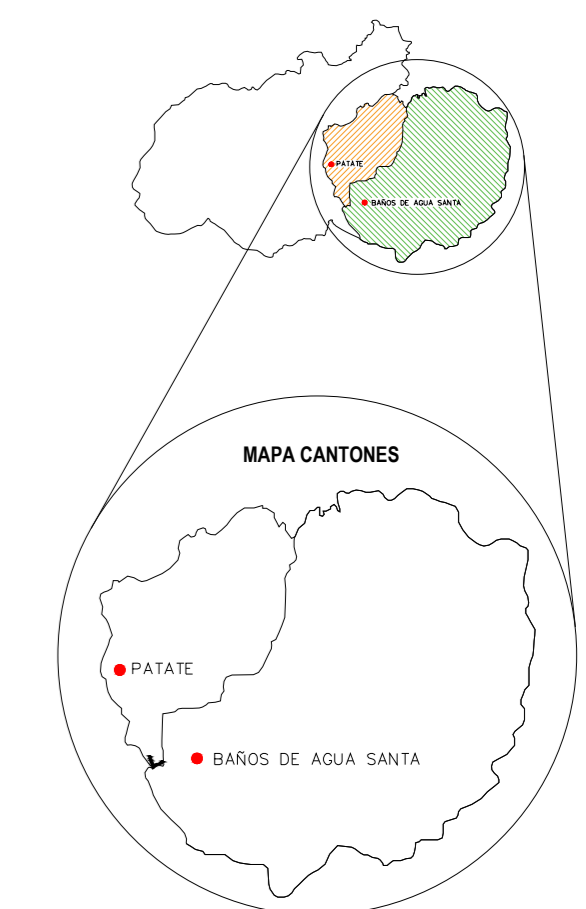
# **PLANOS**





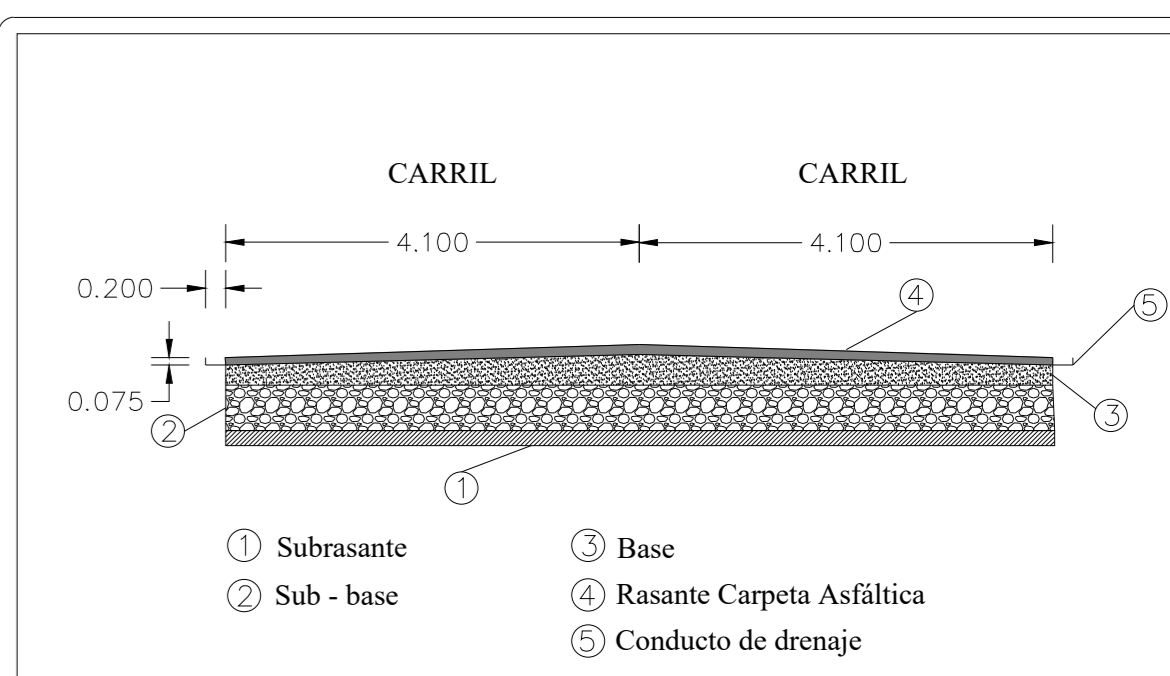
UBICACIÓN

MAPA PROVINCIA DE TUNGURAHUA



Escala: S/N

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



ESCALA: 1:75

**PROYECTO:** IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS 18+700 - 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

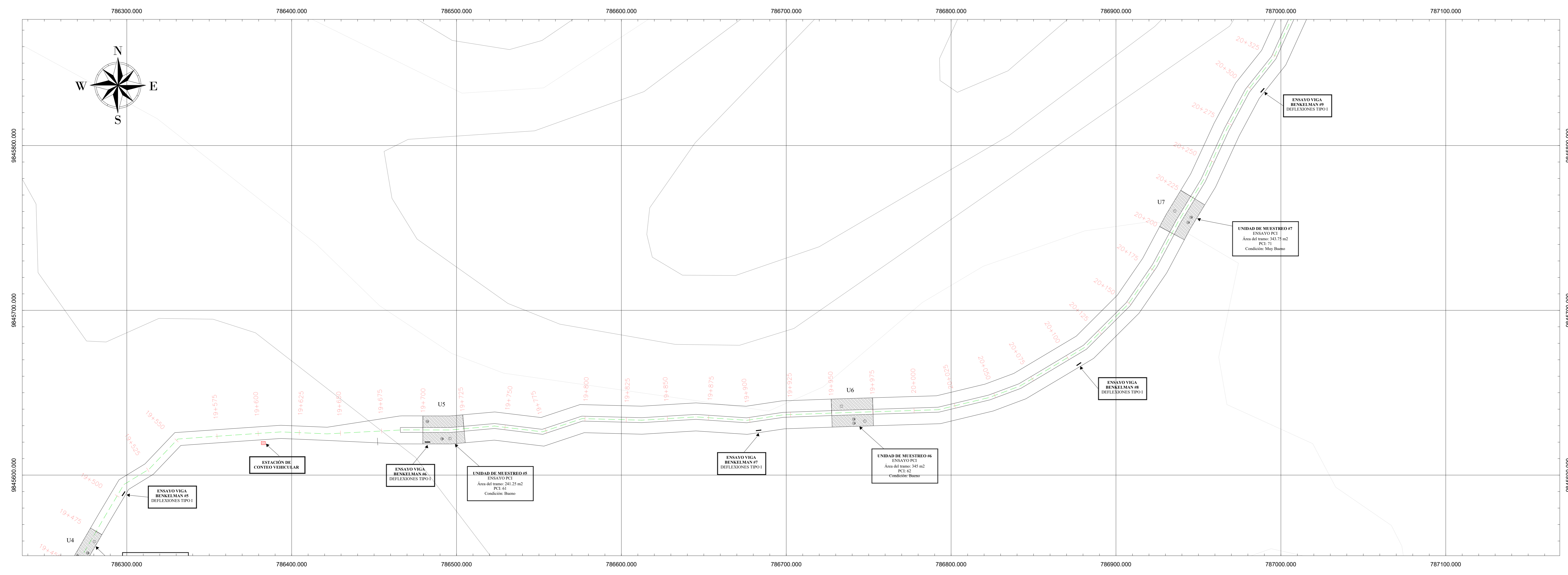
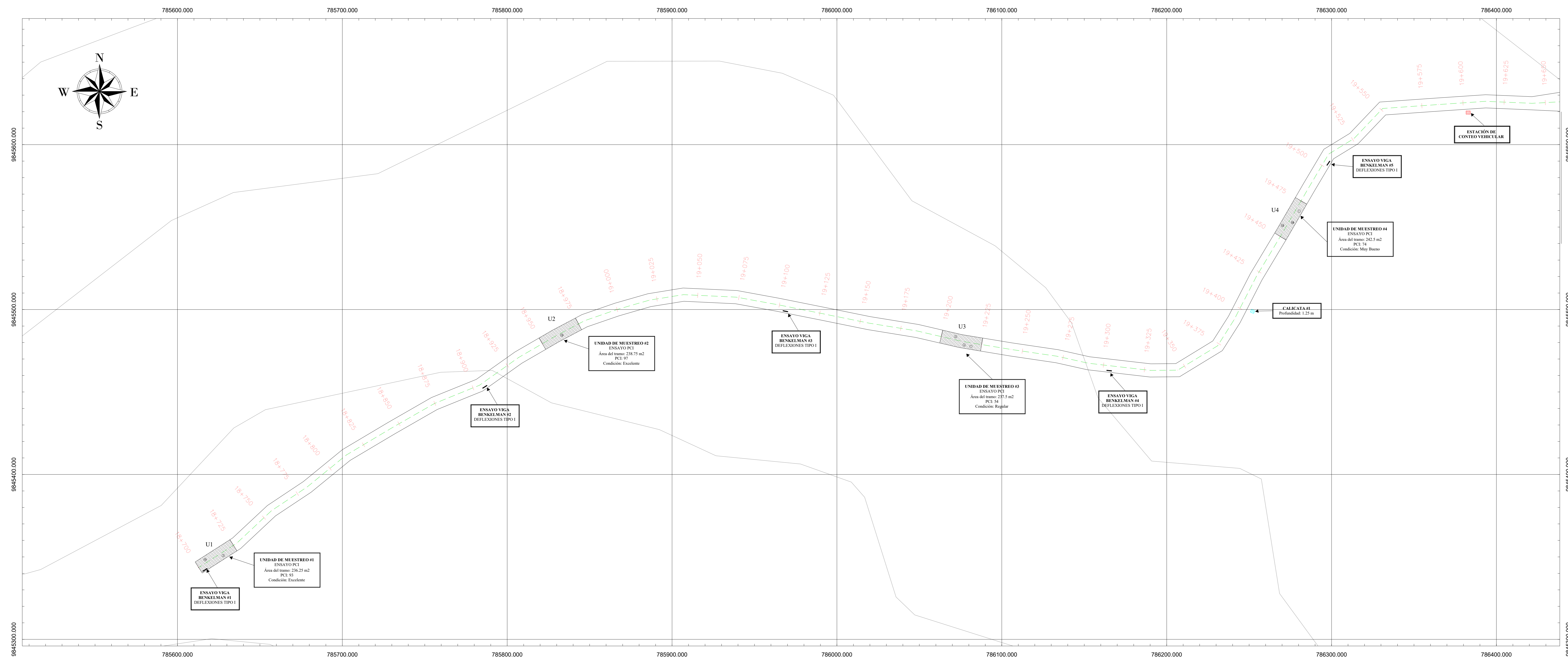
**AUTOR:** SÁNCHEZ ÁLVAREZ JUAN SEBASTIÁN

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

**SECCIÓN:** Abs Inicial: 18+700    Abs Final: 22+200

**CONTIENE:** -ABSCISADO DE LA VÍA PATATE BAÑOS EN EL TRAMO 18+700 - 20+300  
-UNIDADES DE MUESTREO PARA ENSAYOS PCI  
- UBICACIÓN DE CALICATAS  
-ENSAYO VIGA BENKELMAN

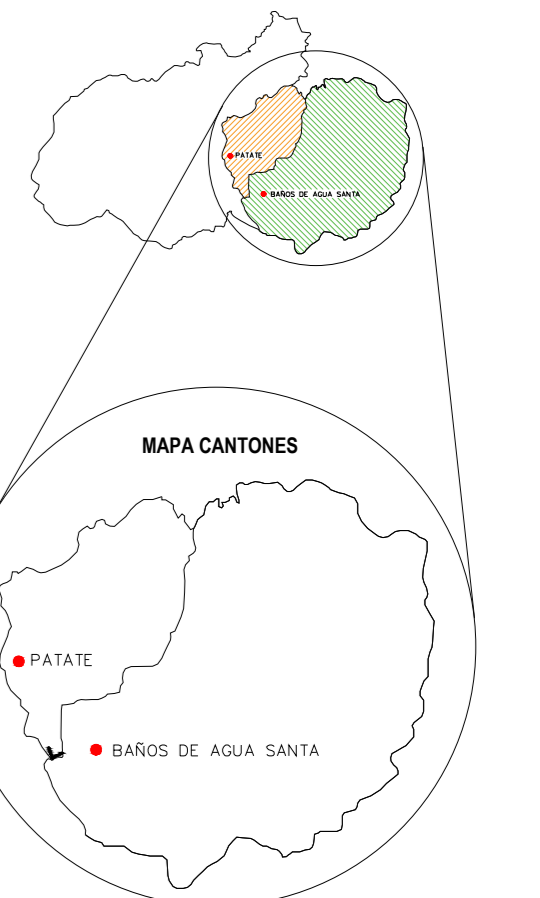
**TUTOR:**  
ING. ALEX LÓPEZ





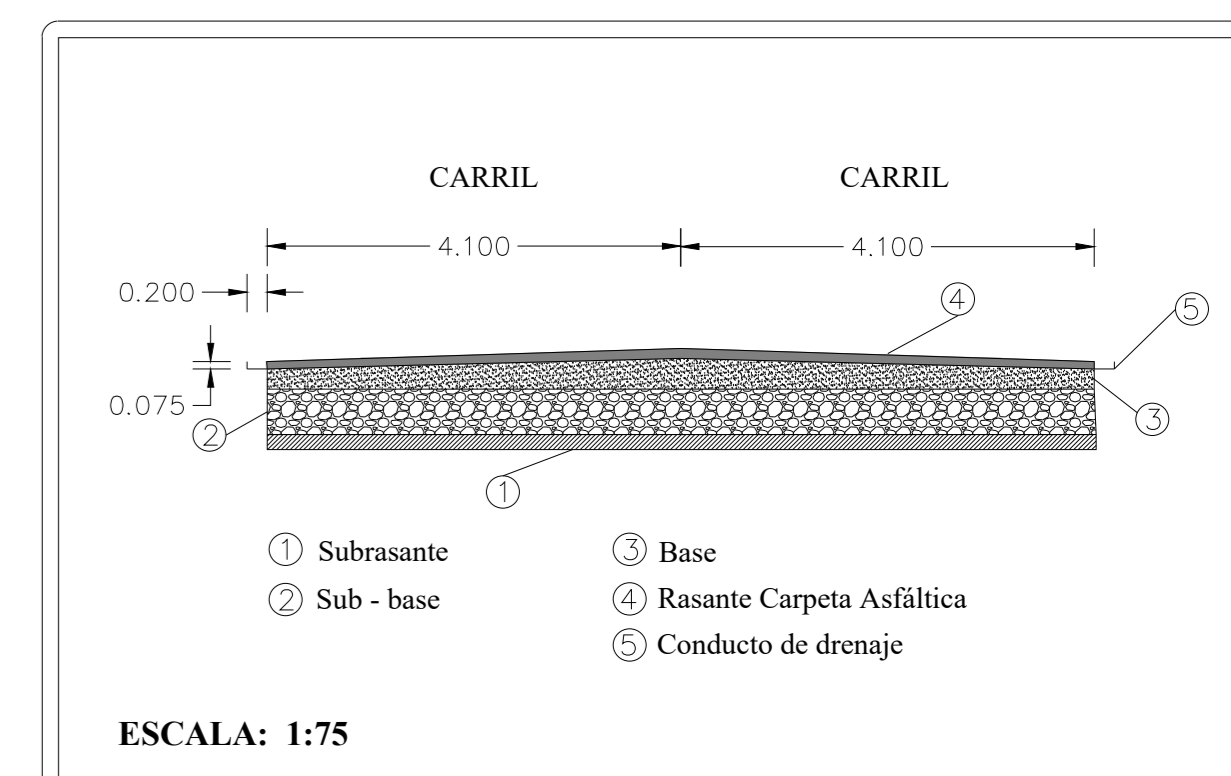
UBICACIÓN

MAPA PROVINCIA DE TUNGURAHUA



Escala: S/N

SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



**PROYECTO:**  
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE  
CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA  
DE RODADURA DE LA VÍA PATATE - BAÑOS ABS  
18+700 - 22+200 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

**AUTOR:** SÁNCHEZ ÁLVAREZ JUAN SEBASTIÁN

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

**SECCIÓN:** Abs Inicial: 18+700    Abs Final: 22+200

**CONTIENE:** -ABSCISADO DE LA VÍA  
PATATE BAÑOS EN EL  
TRAMO 20+300 - 22+200  
-UNIDADES DE MUESTREO  
PARA ENSAYOS PCI  
- UBICACIÓN DE CALICATAS  
-ENSAYO VIGA BENKELMAN

**TUTOR:**  
ING. ALEX LÓPEZ

