



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:

“PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTOR: Lenin Alejandro Lara Pérez

TUTOR: Ing. Milton Rodrigo Aldas Sánchez Dr.

AMBATO - ECUADOR

Enero - 2023

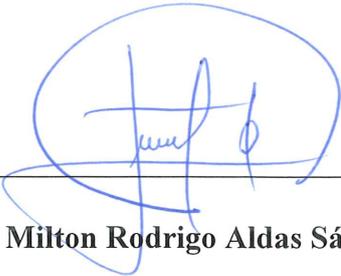
CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Lenin Alejandro Lara Pérez, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1803707965, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, enero 2023



Ing. Milton Rodrigo Aldas Sánchez Dr.

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Lenin Alejandro Lara Pérez** con C.I. 1803707965, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 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, enero 2023



Lenin Alejandro Lara Pérez

C.I. 1803707965

AUTOR

DERECHOS DEL AUTOR

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

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

Ambato, enero 2023



Lenin Alejandro Lara Pérez

C.I. 1803707965

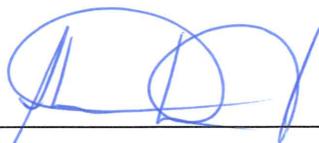
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Lenin Alejandro Lara Pérez, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

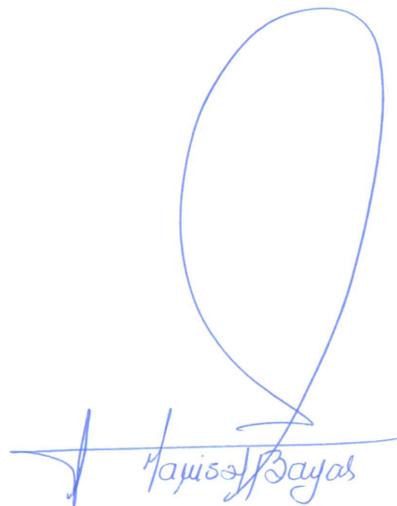
Ambato, enero 2023

Para constancia firman:



Ing. Alex Gustavo López Arboleda

Miembro Calificador



Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg.

Miembro Calificad

DEDICATORIA

Mi etapa como estudiante universitario definitivamente ha sido un reto, desde que decidí estudiar esta linda carrera sabía que no iba a ser fácil; pero mientras iba pasando el tiempo sabía que debía tener paciencia y enfoque en que lo iba a lograr es por eso que este proyecto se lo dedico a Dios principalmente por darme la valentía y sabiduría para no desmayar. Y a mi hermosa familia que siempre estaban apoyándome y sirviendo como ejemplo para que pueda cumplir el objetivo tan anhelado.

A mi madre Grace Pérez por siempre estar ahí con una voz de aliento por siempre meterme en la cabeza de que, si podía, que su sueño es ponerme la capa y decirme Ingeniero, este título es tuyo mamita gracias por todo. A mi padre Lenin Lara por ser como un amigo, mi confidente en el que puedo confiar; a mi hermana Abigail Lara mi 911, mi salvavidas la que me ha ayudado los últimos años de carrera en todos los aspectos y mi hermana gatita Anahí Balladares por siempre ayudarme en lo que necesite. A mis abuelitos Jorge Pérez y Luz Salinas por siempre inculcarme por el camino del bien y por sobre todas las cosas, el apoyarme con sus oraciones que sin duda han sido de gran ayuda para que todo esto suceda.

Siempre estaré agradecido con cada uno de ustedes por siempre confiar en mí, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí, mi sueño, mi meta tan anhelada la he conseguido.

ALEJANDRO LARA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios principalmente por ser mi guía y mi refugio cada día. Por sus bendiciones infinitas hacia mí.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato en especial a mi querida Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por haber permitido formar parte de esta bonita familia universitaria. A todos mis profesores que a lo largo de la carrera han sabido impartirme los conocimientos para ser un profesional y así mismo me han ayudado a formarme como persona compartiéndome consejos día a día.

A mi familia que siempre tuvieron palabras de ánimo hacia mí, por no dejarme rendir hasta lograr mi objetivo; a mis amigos universitarios por cada vez que me impartieron sus conocimientos cuando algo no sabía siempre hubo alguien que me trataba de ayudar.

A mi tutor Ing. Milton Rodrigo Aldas Sánchez Dr. Por ayudarme en cada instante cuando tenía dudas y preguntas para mi proyecto siempre supo ayudarme.

ALEJANDRO LARA

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------------|
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | ii |
| AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | iii |
| DERECHOS DEL AUTOR..... | iv |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO..... | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xv |
| RESUMEN | xvi |
| ABSTRACT | xvii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1. Antecedentes | 1 |
| 1.2. Justificación..... | 2 |
| 1.3 Fundamentación Teórica..... | 3 |
| 1.3.1 Sistema de Coordenadas Geográficas | 3 |
| 1.3.2 Topografía..... | 4 |
| 1.3.3 Vías Terrestres | 4 |
| 1.3.4 Pavimento..... | 4 |
| 1.3.5 Tipos de pavimentos | 4 |
| 1.3.6 Estructura del pavimento flexible..... | 6 |
| 1.3.7 Conservación de pavimentos | 7 |
| 1.3.7.1 Causas del deterioro de los pavimentos..... | 7 |
| 1.3.7.2 Evaluación del pavimento | 8 |
| 1.3.7.3 Fallas en pavimentos asfálticos..... | 8 |

| | |
|---|-----------|
| 1.3.8 Tráfico | 9 |
| 1.3.8.1 Tráfico Promedio Diario Anual..... | 10 |
| 1.3.8.2 Proceso de cálculo del TPDA..... | 10 |
| 1.3.8.3 Tipos de conteo..... | 10 |
| 1.3.8.4 Período de observación..... | 11 |
| 1.3.9.5 Variaciones de tráfico..... | 11 |
| 1.3.9.6 Tráfico futuro..... | 11 |
| 1.3.9.7 Crecimiento normal del tráfico actual | 11 |
| 1.3.9.8 Criterios para determinar el tráfico futuro..... | 12 |
| 1.3.9.9 Tráfico generado..... | 12 |
| 1.3.9.10 Tráfico por desarrollo..... | 12 |
| 1.3.10 Clasificación de carreteras | 12 |
| 1.3.11 Estudio de Suelos | 15 |
| 1.3.11 Pendiente granulométrica..... | 18 |
| 1.3.12 Ensayo de relación de soporte California-CBR | 19 |
| 1.3.13 Viga Benkelman..... | 20 |
| 1.4 Hipótesis..... | 21 |
| 1.3. Objetivos | 21 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 21 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 21 |
| CAPÍTULO II..... | 22 |
| METODOLOGÍA | 22 |
| 2.1 Nivel o tipo de investigación..... | 22 |
| Exploratorio..... | 22 |
| De laboratorio..... | 22 |
| Descriptiva | 22 |
| Experimentación Analítica..... | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2 Población y muestra | 22 |
| 2.2.1 Población | 22 |
| 2.2.2 Muestra | 23 |
| 2.3 Materiales y Equipos..... | 23 |
| 2.4 Métodos | 25 |
| 2.4.1 Plan de recolección de información..... | 25 |
| 2.4.2 Plan de procesamiento y análisis de información | 26 |
| CAPÍTULO III..... | 27 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 27 |
| 3.1 Análisis y Discusión de Resultados | 27 |
| 3.1.1. Ubicación del Proyecto | 27 |
| 3.1.2. Levantamiento de la Vía | 28 |
| 3.1.3. Estudio del Tránsito | 28 |
| 3.1.3.1 Cálculo del factor de hora pico..... | 32 |
| 3.1.3.2 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) | 33 |
| 3.1.3.3 Cálculo del Tráfico Atraído..... | 34 |
| 3.1.3.4 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total | 35 |
| 3.1.3.5 Cálculo del Tráfico Fututo o Proyectado..... | 37 |
| 3.1.3.6 Clasificación Vial en función del TPDA..... | 39 |
| 3.1.3.7 Cálculo de Ejes Equivalentes | 39 |
| 3.1.4 Evaluación Superficial del Pavimento por el Método del Índice de Condición de Pavimento (PCI)..... | 42 |
| 3.1.4.1 Unidades de Muestreo | 42 |
| 3.1.5 Evaluación del pavimento con ayuda de la Viga Benkelman..... | 49 |
| 3.1.5.1 Corrección por Relación de Brazos de la Viga Benkelman | 51 |
| 3.1.5.2 Corrección por Efectos de Temperatura..... | 54 |
| 3.1.5.3 Corrección por efectos de Estacionalidad | 56 |

| | | |
|---------|--|-----------|
| 3.1.5.4 | Cálculo del radio de curvatura..... | 58 |
| 3.1.5.5 | Cálculo de Deflexión Característica..... | 59 |
| 3.1.5.6 | Deflexión Admisible | 61 |
| 3.1.5.7 | Deflexión Crítica | 62 |
| 3.1.6 | Viga Benkelman | 63 |
| 3.1.7 | Estudio de Suelos | 65 |
| 3.1.7.1 | Análisis Granulométrico..... | 66 |
| 3.1.7.2 | Límites de Atterberg..... | 67 |
| 3.1.7.3 | Proctor Modificado Tipo B | 67 |
| 3.1.7.4 | Ensayo de Relación de Soporte California CBR..... | 68 |
| 3.1.8 | Conservación vial | 69 |
| 3.1.8.1 | Plan de conservación vial con valores obtenidos del PCI..... | 70 |
| 3.1.8.2 | Plan de conservación vial conforme a las deflexiones obtenidas de la Viga Benkelman..... | 72 |
| | CAPÍTULO IV | 73 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 73 |
| 4.1 | Conclusiones..... | 73 |
| 4.2 | Recomendaciones | 74 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 75 |
| | ANEXOS..... | 77 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.- Escala de clasificación PCI..... | 8 |
| Tabla 2.- Tipos de terreno | 13 |
| Tabla 3.- Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado..... | 14 |
| Tabla 4.- Relación entre clase de carretera con su TPDA..... | 15 |
| Tabla 5.- Clasificación de suelos según SUGS | 17 |
| Tabla 6.- Tamaño de tamices. | 17 |
| Tabla 7.- Denominación de suelos según sistemas de clasificación | 19 |
| Tabla 8.- Ubicación Geográfica del proyecto | 27 |
| Tabla 9.- Levantamiento Georreferenciado de la vía..... | 28 |
| Tabla 10.- Registro de conteo vehicular | 30 |
| Tabla 11.- Número de vehículos por día..... | 31 |
| Tabla 12.- Tráfico de Hora Pico..... | 32 |
| Tabla 13.- TPDA actual de la Vía Mocha-Pinguilí..... | 34 |
| Tabla 14.- Tráfico atraído | 35 |
| Tabla 15 .-TPDA total de la vía Micha-Pinguilí | 36 |
| Tabla 16.- Índice de crecimiento vehicular..... | 38 |
| Tabla 17.- Trafico Futuro o Proyectado..... | 38 |
| Tabla 18.- Clasificación de carreteras..... | 39 |
| Tabla 19.- Factores de daño según el tipo de vehículo. | 40 |
| Tabla 20.- Factores de distribución direccional. | 40 |
| Tabla 21.- Porcentaje W18 en un carril D1..... | 40 |
| Tabla 22.- Tránsito Futuro | 41 |
| Tabla 23.- Datos Iniciales para el cálculo de PCI. | 42 |
| Tabla 24.- Longitud de unidades de muestreo asfálticas. | 42 |
| Tabla 25.- Unidades de muestreo para el cálculo de PCI. | 46 |
| Tabla 26.- Formato para el levantamiento de datos del PCI..... | 47 |
| Tabla 27.- Resultados del método PCI de la vía Mocha-Pinguilí..... | 48 |
| Tabla 28.- Lectura de deflexiones obtenidas con la Viga Benkelman..... | 50 |
| Tabla 29.- Deflexiones corregidas por Relación de Brazo de la Viga Benkelman.... | 53 |
| Tabla 30.- Deflexiones Corregidas por Efecto de Temperatura. | 55 |
| Tabla 31.- Factores de corrección por efectos de estacionalidad..... | 56 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 32.- Deflexiones corregidas por efectos de Estacionalidad. | 57 |
| Tabla 33.- Radios de Curvatura. | 59 |
| Tabla 34.- Desviación estándar de Máximas Deflexiones Recuperables. | 60 |
| Tabla 35.- Deflexiones de la Vía Mocha-Pinguilí. | 64 |
| Tabla 36.- Ubicación de calicatas para obtención de muestra de suelos. | 66 |
| Tabla 37.- Resultados Análisis Granulométrico. | 66 |
| Tabla 38.- Resultados de los Límites de Atterberg..... | 67 |
| Tabla 39.- Resultados del ensayo Proctor Modificado. | 68 |
| Tabla 40.- Clasificación de suelos mediante el CBR..... | 69 |
| Tabla 41.- Conteo vehicular Lunes 03/10/2022..... | 78 |
| Tabla 42.- Conteo vehicular Martes 04/10/2022..... | 79 |
| Tabla 43.- Conteo vehicular Miércoles 05/10/2022..... | 81 |
| Tabla 44.- Conteo vehicular Jueves 06/10/2022..... | 83 |
| Tabla 45.- Conteo vehicular Viernes 07/10/2022..... | 84 |
| Tabla 46.- Conteo vehicular Sábado 08/10/2022..... | 86 |
| Tabla 47.- Conteo vehicular Domingo 09/10/2022..... | 88 |
| Tabla 48.- PCI, unidad de muestreo #1..... | 91 |
| Tabla 49.- Análisis Granulométrico-Calicata 1 | 134 |
| Tabla 50.- Límites de Atterberg-Calicata 1..... | 135 |
| Tabla 51.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 1 | 136 |
| Tabla 52.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 1. | 137 |
| Tabla 53.- Análisis granulométrico-Calicata 2 | 140 |
| Tabla 54.- Límites de Atterberg-Calicata 2..... | 141 |
| Tabla 55.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 1 | 142 |
| Tabla 56.- Ensayo de compactación CBR-Calicata 1..... | 143 |
| Tabla 57.- Análisis Granulométrico-Calicata 3. | 146 |
| Tabla 58.- Límites de Atterberg-Calicata 3..... | 147 |
| Tabla 59.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 3. | 148 |
| Tabla 60.- Ensayo de compactación CBR-Calicata 3..... | 149 |
| Tabla 61.- Análisis Granulométrico-Calicata 4. | 152 |
| Tabla 62.- Límites de Atterberg-Calicata 4..... | 153 |
| Tabla 63.-Proctor Modificado Tipo B-Calicata 4. | 154 |
| Tabla 64.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 4. | 155 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 65.- Análisis Granulométrico-Calicata 5. | 158 |
| Tabla 66.- Límites de Atterberg-Calicata 5..... | 159 |
| Tabla 67.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 5. | 160 |
| Tabla 68.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 5. | 161 |
| Tabla 69.- Análisis Granulométrico-Calicata 6. | 162 |
| Tabla 70.- Límites de Atterberg-Calicata 6..... | 162 |
| Tabla 71.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 6. | 162 |
| Tabla 72.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 6. | 162 |
| Tabla 73.- Análisis Granulométrico-Calicata 7. | 170 |
| Tabla 74.- Límites de Atterberg-Calicata 7..... | 171 |
| Tabla 75.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 7. | 172 |
| Tabla 76.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 7. | 173 |
| Tabla 77.- Análisis Granulométrico-Calicata 8. | 176 |
| Tabla 78.- Límites de Atterberg-Calicata 8..... | 177 |
| Tabla 79.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 8. | 178 |
| Tabla 80.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 8. | 179 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Figura 1.- Estructura del Pavimento Flexible | 6 |
| Figura 2.- Esquema de deterioro de un pavimento a través del tiempo | 7 |
| Figura 3.- Fallas en pavimentos flexibles. | 9 |
| Figura 4.- Tipos de terreno..... | 14 |
| Figura 5.- Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado | 18 |
| Figura 6.- Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado | 19 |
| Figura 7. Viga Benkelman | 21 |
| Figura 8.- Ubicación del proyecto en estudio. | 27 |
| Figura 9.- Ubicación de la estación de conteo. | 28 |
| Figura 10.- Clasificación según la distribución máxima de carga. | 29 |
| Figura 11.- TPDA Total según el tipo de vehículo..... | 36 |
| Figura 12.- Porcentaje del TPDA total..... | 37 |
| Figura 13.- Deflectograma de la Vía Mocha-Pinguilí..... | 65 |
| Figura 14.- | 92 |

RESUMEN

El tramo de la vía en estudio al momento no se encuentra en estado óptimo lo que dificulta la movilidad por ser zona conectora entre cabeceras cantonales, al ser una zona altamente productiva impide comercializar sus productos eficientemente.

Para el desarrollo del presente trabajo técnico, inicialmente se realizó un levantamiento georreferenciado con ayuda de un RTK, determinando así la longitud, ancho, cunetas, pasos de agua, y demás secciones de la vía.

Mediante un conteo manual de los tipos de vehículos que circulan por la vía en estudio se determinó el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), esto se realizó durante una semana con 12 horas diarias tomado en cuenta desde las 6h00 hasta las 18h00.

Posteriormente se realizó la extracción de calicatas de suelo, dos por cada kilómetro, y se obtuvo muestras de suelo alteradas para ser ensayadas en laboratorio y se determinó la granulometría, compactación, límites de Atterberg y ensayo de Índice de soporte California (CBR).

Se realizó el estudio de Índice de Condición del Pavimento (PCI) mediante el cual se identificó el grado de severidad de los daños localizados en la capa de rodadura. Finalmente se realizó el ensayo con la viga Benkelman que permitió determinar las deflexiones del pavimento.

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos se realizaron gráficas, tablas, ábacos y planos los cuales permitieron interpretar de manera clara los mismos.

Palabras claves: Capa de rodadura. Límites de Atterberg, Granulometría, Ensayo de compactación, CBR, PCI, Viga Benkelman

ABSTRACT

The section of the road under study at this moment is not in optimal condition, which makes mobility difficult because of the fact that it is the connection point between cantonal capitals such Mocha - Cevallos being a highly productive (populated) area, which causes there to be inefficient marketing of this products. For the development of this technical work, a georeferenced survey was initially carried out with the help of an RTK, this determines the length, width, ditches, water passages, and other sections of the road. A manual count of the types of vehicles that circulate on the road the Annual Average Daily Traffic (TPDA) was determined, this was done during a week with 12 daily hours taken into account from 6:00 a.m. to 6:00 p.m. Subsequently, soil test pits were extracted, two per kilometer, and altered soil samples were obtained to be tested in the laboratory and the granulometry, compaction, Atterberg limits and California Support Index (CBR) test were determined.

The Pavement Condition Index (PCI) study was carried out, through which the degree of severity of the damages located in the surface layer was identified. Finally, the test was carried out with the Benkelman beam, which allowed determination of the deflections of the pavement.

Once the results of the tests were obtained, graphs, tables, abacuses and plans were made, which allowed them to be clearly interpreted.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Con el paso del tiempo el ser humano ha visto la necesidad de trasladarse de un lugar a otro, ya sea para transportar productos, conocer lugares, realizar visitas, entre otros; en las primeras épocas estos eventos lo hacían a pie o utilizando animales de carga; esto permitió que se vayan definiendo rutas y marcando caminos. El continuo tránsito por estas rutas permitió que se vaya compactando el terreno, siendo este el primer paso en la evolución del pavimento; posterior a esto y con la aparición de la rueda se vio la necesidad de crear una capa de rodadura más resistente que soporte el transporte animal en cualquier época y bajo cualquier condición climática del año sea esta favorable o adversa.

Conforme va pasando el tiempo, la estructura de la capa de rodadura tiende a presentar deterioros provocando que la circulación sobre ésta sea incómoda e insegura, por tal motivo, países del mundo entero deben luchar constantemente en busca de métodos de conservación y mantenimiento vial los cuales terminan siendo costosos puesto que los recursos asignados para este tipo de obras son reducidos. [1]

Actualmente, el comercio es la principal actividad económica que permite generar recursos al país y por ende a todas las familias; el transporte de productos e insumos, así como la movilidad de personas de un lugar a otro y el acceso a servicios son fundamentales para el desarrollo de la sociedad; para llevar a cabo estas actividades las vías deben garantizar seguridad y comodidad al transitarlas; por esto se ve necesario proponer un sistema que garantice su conservación y prolongación de vida útil.

En nuestro país, la falta de atención en la conservación, cuidado y mantenimiento en la estructura vial ha ocasionado que las vías terminen en un ciclo “fatal” debido a su abandono, deterioro excesivo, colapso y reconstrucción, a causa de esto, autoridades han venido creando alternativas para prolongar el ciclo de vida útil de las carreteras sin tener el éxito deseado, puesto que nuestras vías han llegado a un deterioro excesivo y actualmente se realicen actividades de reconstrucción. [2]

Constantemente los pavimentos están sometidos a la influencia de cargas, muchas de las veces estas sobrepasan el límite considerado en el diseño, además se ven expuestos a variaciones climáticas en ocasiones severas. Todos estos son factores que reducen la vida útil de la estructura vial ya que si no es sujeto a un buen y constante mantenimiento puede sufrir fallas, mismas que a largo plazo pueden perjudicar al paquete estructural puesto que dependiendo del grado de severidad puede ser necesario una total reconstrucción, hecho que implicaría un elevado costo y problemas de tránsito debido a los desvíos provisionales que se deberán realizar para poder intervenir en el camino dañado. [4]

Durante muchos años la falta de inversión en vialidad ha ocasionado que la red estatal se encuentre en muy malas condiciones, esto ha traído como consecuencia un alto costo de mantenimiento, incremento de accidentes de tránsito y un aumento de costos de operación vehicular lo que afecta en la competitividad del país. [3]

Para optimizar las vías de comunicación con diferentes regiones, fortalecer la productividad y desarrollo tanto económico como social las autoridades y la sociedad misma se ve en la necesidad de determinar un método de conservación, mantenimiento y mejoramiento de la red vial. Contando con un adecuado sistema vial las distancias que separan ciudades y provincias se reducen, reduciendo también el costo de transporte público y privado. Además, un adecuado método de conservación vial permite optimizar los recursos designados para este tipo de obras ya sea antes, durante y después de la construcción brindando una eficacia y funcionalidad de las vías. [4]

1.2. Justificación

En nuestro país las carreteras son la vía de comunicación terrestre más importante puesto que mediante éstas se lleva a cabo la mayor parte de intercambios comerciales a nivel nacional e internacional, por ello es muy importante tener en cuenta el mantenimiento de la capa de rodadura de concreto asfáltico para evitar su reconstrucción y elevados costos de mantenimiento. [5]

En el Ecuador la infraestructura vial, ha mantenido una historia de afectaciones constantes, como paralizaciones, colapso de puentes y caminos, generados por la constante actividad sísmica y por factores climáticos severos a los que el Gobierno ha tenido que afrontar dando soluciones inmediatas sin ningún soporte tecnológico que

garantice una seguridad adecuada para el desarrollo. Estas afectaciones han incurrido negativamente al proceso de desarrollo económico y productivo del Ecuador impulsado la pobreza y limitando el acceso a bienes, productos y servicios. [6]

El mayor inconveniente que se observa en las carreteras del Ecuador es el deterioro prematuro de las vías ya sea por la calidad de los materiales que la constituyen, escasa fiscalización o diseños que no van acorde a la realidad de la zona en que se construyen, además no existe un monitoreo técnico en archivos GIS o CAD con ubicación geográfica, ancho de vía, longitud, estructura del pavimento y demás datos que permitan realizar un control y monitoreo de las vías y establecer modelos de gestión aplicables para la realidad de la zona. [7]

Tungurahua es una de las provincias del Ecuador situada en el centro del país en la región interandina, su actividad principal es el comercio, ganadería, agricultura e industria; tiene el mercado mayorista más grande del país al cual diariamente llegan productos de todas partes para ser comercializados, por tal motivo es indispensable que la red vial se encuentre en óptimas condiciones garantizando una movilidad segura y ágil permitiendo que los productos lleguen a los diferentes lugares para satisfacer de esta manera la demanda de toda la población.

Por todo lo mencionado anteriormente, el presente proyecto técnico tiene como objetivo obtener información actual del estado de la capa de rodadura de la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco, en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua, con la finalidad de implementar un proceso de conservación y mantenimiento, evitando así su deterioro, reduciendo costos de reparación y proporcionando un nivel de servicio operativo óptimo.

1.3 Fundamentación Teórica

1.3.1 Sistema de Coordenadas Geográficas

Estas coordenadas revelan la posición de un punto en la superficie de la tierra, tomando como referencia la latitud (norte y sur) y la longitud (oeste y este), todo ello con ayuda del Sistema de Información Geográfica cuya base de datos computarizada contiene información espacial que combina datos en formato digital y herramientas

informáticas para ser analizados en base a requerimientos delimitados por una empresa u organización. [8] [9]

1.3.2 Topografía

Ciencia que estudia la superficie de la tierra con detalles y formas sean estas naturales o no. Mediante la topografía se logra dar una forma detallada de la superficie de un espacio de terreno horizontal mediante el método conocido como planimetría y además su altura entre los distintos puntos conocida como altimetría. Todo esto permite posteriormente trazar planos o mapas en los que se puede detallar la altura de los relieves o de cualquier otro elemento que se halle en el sitio en el que se realiza el levantamiento. La topografía es compleja pero esencial y de gran utilidad para todo tipo de proyecto ingenieril ya sea en la etapa de elaboración como en su ejecución. [10]

1.3.3 Vías Terrestres

Son estructuras de diferentes tipos construidas para permitir la movilidad terrestre de los vehículos, constituyendo un medio de comunicación que une provincias, cantones y parroquias; su plataforma de circulación debe garantizar todas las facilidades necesarias para una adecuada circulación **en** diferentes condiciones. [11]

1.3.4 Pavimento

Es una estructura de las vías de comunicación terrestre, acentuada sobre un suelo acondicionado la cual está formada por una o varias capas de materiales que tiene como objetivo permitir el tránsito de vehículos garantizando seguridad, comodidad, costo óptimo de operación, cuya superficie sea uniforme, impermeable de color y textura adecuados. Además, su resistencia debe responder a la acción del medio ambiente y a la constante repetición de cargas a la que está sometido impidiendo la transmisión de esfuerzos a las capas inferiores. [12]

1.3.5 Tipos de pavimentos

1.3.5.1 Pavimento Flexible

Están compuestos por una delgada capa de mezcla asfáltica construidos sobre una capa de base y subbase que comúnmente son de material granular, estas capas se asientan en una capa de suelo compactado llamada subrasante. Este tipo de pavimento es el más económico en su construcción, pero requiere de mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. [13]

1.3.5.2 Pavimento Rígido

En este tipo de pavimento la superficie de rodadura se integra por una losa de concreto de cemento portland que se apoya en una capa de base compuesta por grava, esta capa se apoya sobre el suelo compactado llamada subrasante. La resistencia estructural de este tipo de pavimento se basa en su losa de concreto. [13]

1.3.5.3 Pavimento Semirrígido

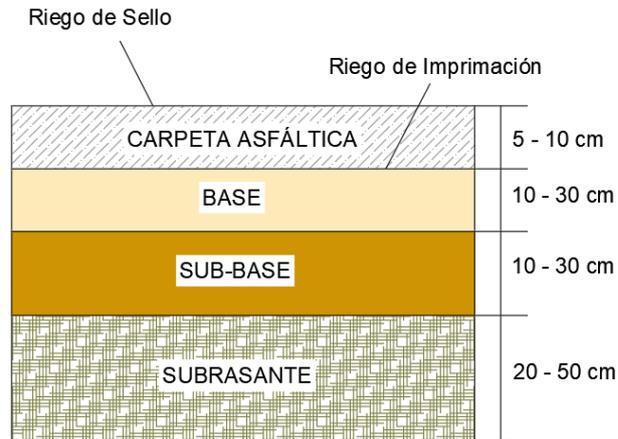
También llamado compuesto es aquel que está conformado por una capa de concreto hidráulico cubierto por una carpeta asfáltica. Este tipo de pavimento se usa en la construcción de calles, pueden tener una mayor capacidad estructural y por ende un mejor desempeño. [13]

1.3.5.4 Pavimento con bloques o adoquines

Se compone de varios elementos prismáticos colocados uno junto al otro para formar una capa de rodadura adecuada al tráfico de una vía, para su construcción se pueden emplear adoquines de piedra labrada y de hormigón, son usuales para la construcción de pavimentos peatonales tales como veredas, plazas, parques y pavimentos vehiculares como en estacionamientos y accesos. [13]

1.3.6 Estructura del pavimento flexible

Figura 1.- Estructura del Pavimento Flexible



Fuente: Pavimentos, Giosdani Claudio y otro, 2015

Realizado por: Lenin Lara

1.3.6.1 Carpeta Asfáltica

Es la parte que soporta directamente las solicitaciones de tránsito, absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales. Está compuesta por mezclas asfálticas y materiales pétreos, una de sus funciones principales es impermeabilizar la superficie del pavimento protegiendo así toda la estructura. Para que la carpeta asfáltica sea adecuada para el tránsito vehicular debe garantizar suavidad para una movilidad cómoda y rugosidad para que sea segura. [14] [15]

1.3.6.2 Base

Capa granular que se encuentra bajo la carpeta asfáltica, su función es brindar resistencia ya que absorbe la mayor parte de esfuerzos verticales y los transmite a la capa de sub base y sub rasante. Para tránsito mediano y ligero se emplean bases granulares tradicionales y para tránsito pesado se utilizan materiales granulares tratados denominados bases asfálticas o bases grava-cemento. [14]

1.3.6.3 Subbase

Capa que va debajo de la base y está construida con materiales de menor calidad que las dos capas anteriores, su funcionalidad es facilitar el drenaje del agua que filtra por la superficie o asciende por capilaridad. [15]

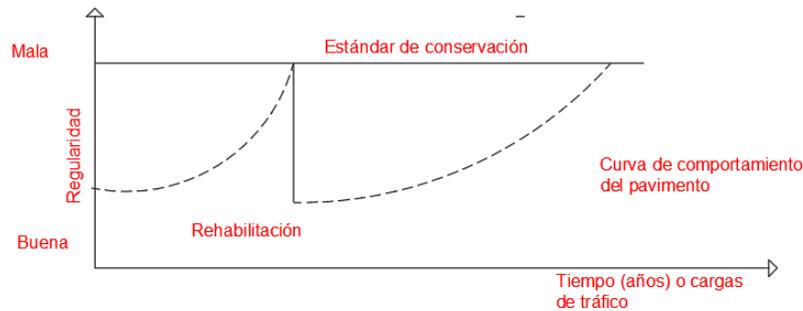
1.3.6.4 Subrasante

Superficie compuesta por el terreno natural que soporta la estructura del pavimento, situada a una profundidad a la cual el tránsito no influye. [15]

1.3.7 Conservación de pavimentos

La finalidad de los pavimentos es brindar un servicio al tránsito de manera segura, cómoda y eficiente, por este motivo es de suma importancia realizar labores de conservación convenientes y oportunas de manera tal que su vida útil se prolongue en el tiempo requerido conservando su nivel de servicio adecuado tanto en su aspecto funcional como estructural. En la figura 1 se puede observar que el deterioro de los pavimentos en los primeros años avanza lentamente, sin embargo, se ve un cambio en el cual el deterioro es acelerado llegando rápidamente al término de la vida útil de la vía. [16]

Figura 2.- Esquema de deterioro de un pavimento a través del tiempo



Fuente: Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos, Martínez Carlos, 2015

Realizado por: Lenin Lara

1.3.7.1 Causas del deterioro de los pavimentos

El deterioro de los pavimentos ocasiona imperfecciones que van afectando desfavorablemente la seguridad, comodidad y costo de operación de una vía, la deficiencia en el diseño y construcción, incrementos imprevistos en el tránsito vehicular, factores ambientales desfavorables y el agotamiento del periodo de diseño son las principales causas que provoca el deterioro prematuro de los pavimentos. [16]

1.3.7.2 Evaluación del pavimento

Estudio mediante el cual se determine el estado de toda la estructura interna y externa del pavimento, con el objetivo de aplicar ciertos métodos para conseguir alargar la vida útil del pavimento.

El PCI (Pavement Condition Index) es el método más completo para realizar la valoración de un pavimento puesto que ayuda a identificar su estado actual y magnitud del deterioro de forma cualitativa. Este índice ayuda a obtener de forma numérica el valor de las irregularidades presentes en la estructura del pavimento, en la escala siguiente: [6]

Tabla 1.- Escala de clasificación PCI

| Rangos del PCI | Clasificación |
|----------------|---------------|
| 85-100 | Excelente |
| 70-85 | Muy bueno |
| 55-70 | Bueno |
| 40-55 | Regular |
| 25-40 | Malo |
| 10_20 | Muy malo |
| 0-10 | Fallado |

Fuente: MOP, Normas para estudios de diseños viales. 2013

Realizado por: Lenin Lara

1.3.7.3 Fallas en pavimentos asfálticos

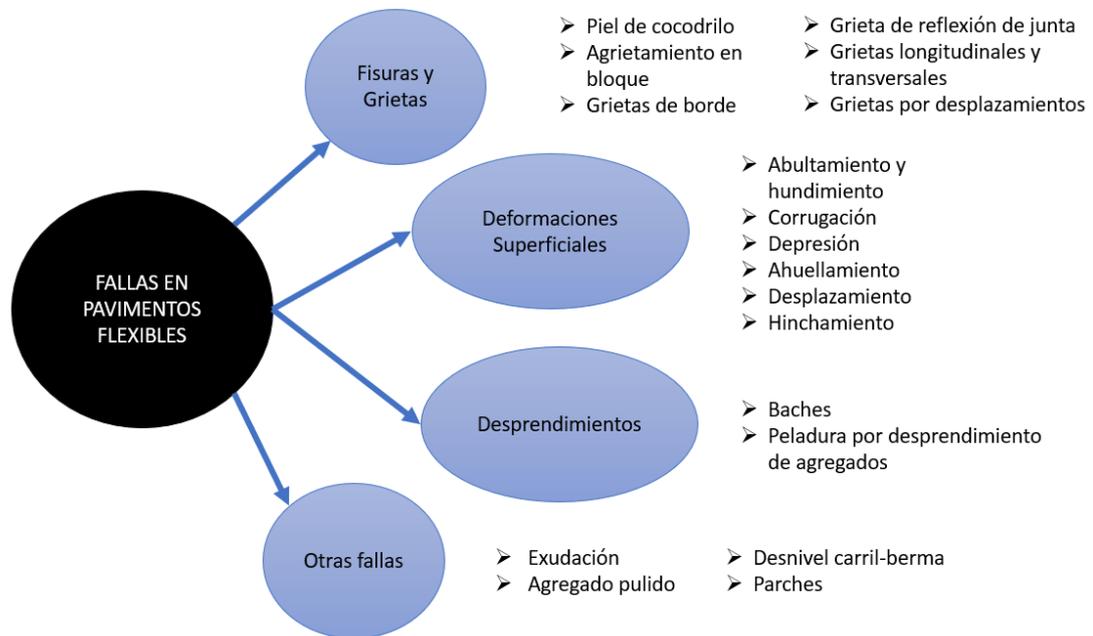
Las fallas que se presentan en un pavimento son el resultado de varios factores como la interacción compleja de diseño, materiales de construcción, tránsito vehicular y medio ambiente que traen como consecuencia el deterioro progresivo del pavimento el cual se va agravando si no se le da un mantenimiento adecuado a la vía. [17]

Fallas estructurales. - Aquellas que originan un deterioro en el componente estructural del pavimento reduciendo la conexión de las capas y afectando su comportamiento frente a grandes cargas. [17]

Fallas funcionales. - Afectan la calidad de la superficie de rodadura, la estética y la seguridad de transitar sobre la vía. [17]

Dentro de los pavimentos flexibles se pueden clasificar los daños en 4 categorías que son:

Figura 3.- Fallas en pavimentos flexibles.



Fuente: Análisis de las fallas del pavimento flexible, Niola Mercy, 2015

Realizado por: Lenin Lara

1.3.8 Tráfico

Los datos sobre el tráfico son la base fundamental en el momento de diseñar una carretera o un tramo de la misma, esto con el objetivo de compararlo con la capacidad, es decir con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico afecta directamente a las características del diseño geométrico de una vía. La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual es decir volúmenes y tipos de vehículos, en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

Cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes que comprende su rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc. o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación es posible cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura, pero cuando se trata de zonas menos desarrolladas o no definidas el cálculo del tráfico resulta ser difícil o incierto caso que encontramos en nuestro país puesto que cuenta con extensas regiones de territorio total o parcialmente inexplorado. [18]

1.3.8.1 Tráfico Promedio Diario Anual

Se define como el número de vehículos que pasan en un lugar específico, durante un año, dividido entre los 365 días del año. [14]

El tráfico de una carretera tiene por unidad de medida el volumen del tráfico promedio diario anual **TPDA**, para su cálculo se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones.
- En autopistas se calcula el TPDA para cada sentido de circulación.

Para obtener una base de datos confiable convendría disponer de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales, además un registro de datos de un periodo de varios años ayudaría a pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro.

Como es poco usual tener estaciones permanentes en todas las rutas, el TPDA se puede estimar en una primera semana, realizando montajes por muestreo de 24 horas diarias, por al menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo, esta muestra debe ser tomada en los meses y semanas más representativas del año puesto que en esas semanas se podrá identificar las variaciones estacionales máximas y mínimas. [18]

1.3.8.2 Proceso de cálculo del TPDA

Su objetivo es determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación. Para ello es necesario realizar conteos vehiculares que nos permitan conocer el nivel de tráfico existente.

1.3.8.3 Tipos de conteo

Manuales: Son indispensables ya que nos proporcionan información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

Automáticos: Nos ayudan a conocer el volumen total del tráfico, éstos siempre deben ir de la mano de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. [18]

1.3.8.4 Período de observación

Para un estudio contundente se debe contar con al menos un conteo manual de 7 días consecutivos en una semana la cual no debe estar afectada por eventos especiales. Adicional a esto es importante contar con datos de un conteo automático de al menos un mes para de esta manera cuantificar el volumen total del tráfico y correlacionar con la composición registrada en la semana. [18]

1.3.9.5 Variaciones de tráfico

Son aquellos factores que permiten establecer relaciones entre observaciones actuales y puntuales de tráfico de los datos estadísticos de lo ocurrido con anterioridad, obteniendo así el TPDA del año en el que se lleve a cabo el estudio. [18]

1.3.9.6 Tráfico futuro

La predicción del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual, los diseños se establecen en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

Esta predicción de tráfico sirve también para determinar si una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para mejorar su capacidad; esto se realiza a través de una comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado.

En nuestro país el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre 5% y 10%. [18]

1.3.9.7 Crecimiento normal del tráfico actual

Es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es el volumen que circularía en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios. En una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

Tráfico existente. - Corresponde al que se usa en la carretera antes del mejoramiento y se obtiene a través de los estudios de tráfico.

Tráfico desviado. - Es el atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

En el Ecuador los indicadores para determinar las tendencias a largo plazo en cuanto al crecimiento de tráfico están dados por las tasas de crecimiento observadas en el pasado respecto al consumo de gasolina y diésel, así con respecto a la formación del parque automotor. [18]

1.3.9.8 Criterios para determinar el tráfico futuro

Es prudente realizar las proyecciones de tráfico relacionando en tráfico vehicular con otros factores como son: población, producción, etc.

Relación del tráfico vehicular con la población. - La tasa de crecimiento de la producción, permite determinar la proyección de vehículos pesados, relacionando el número de vehículos pesados con el volumen de proyección y alcanzar la curva de producción.

Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional. - De no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible. [18]

1.3.9.9 Tráfico generado

Se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de la nueva carretera. Compuesto por el número de viajes que se generarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, lo constituyen: los viajes que no se efectuaron anteriormente, viajes que se realizaron con anterioridad a través de unidades de transporte público y los viajes que se realizaron anteriormente hacia otros destinos y con nuevas facilidades que han sido atraídos a la carretera propuesta. [18]

1.3.9.10 Tráfico por desarrollo

Se produce por la incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. [18]

1.3.10 Clasificación de carreteras

a) Por la importancia en la red vial

Corredores Arteriales. - Pertenecen a este grupo los caminos de alta jerarquía que conectan a las capitales provinciales, a los principales puertos marítimos con los del

oriente, pasos de frontera para viajes de larga distancia que deben tener alta movilidad y cumplir con modelos adecuados para un tráfico fácil y seguro.

Vías Colectoras. - Constituido por caminos de mediana jerarquía que tienen como objetivo recolectar el tráfico de la zona rural para llevarlos a la malla estratégica de corredores arteriales. Se utilizan para dar servicio al tráfico de recorridos regionales cumpliendo con esquemas geométricos adecuados.

Caminos Vecinales. - Son carreteras básicas que abarcan a todos los caminos rurales consignados a recibir el tráfico doméstico, de producción agrícola, accesos a sitios turísticos. [6]

b) Según su función

Carreteras de primer orden

Son vías transversales y troncales cuya función principal es la de integrar las zonas importantes de producción de un país. [19]

Carreteras de segundo orden

En este grupo se encuentran aquellas vías que vienen de una cabecera municipal y se unen con una carretera de primer orden, estas pueden trabajar pavimentadas o solo en afirmado. [19]

c) Según el tipo de terreno

Depende de la topografía del tramo en el que se va a ejecutar el proyecto ya que en su trayectoria se pueden presentar tramos homogéneos en diferentes terrenos su clasificación se hace según la pendiente que es la mediana longitudinal como transversal del eje de la vía.

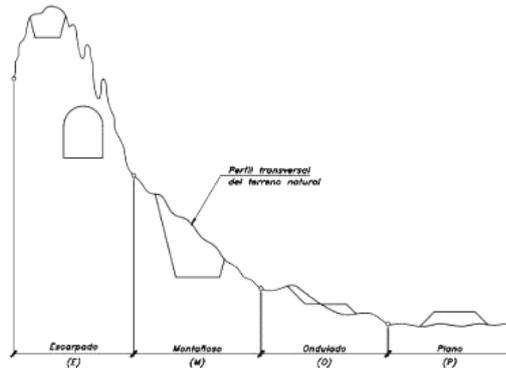
Tabla 2.- Tipos de terreno

| TIPO DE TERRENO | PENDIENTE MÁXIMA MEDIA DE LAS LINEAS DE MÁXIMA PENDIENTE DEL TERRENO (%) | INCLINACIÓN TRANSVERSAL AL EJE DE LA VIA DEL TERRENO (°) |
|------------------------|---|---|
| Plano (P) | 0 - 5 | 0 - 6 |
| Ondulado (O) | 5 - 25 | 6 - 13 |
| Montañoso (M) | 25 - 75 | 13 - 40 |
| Escarpado (E) | > 75 | >40 |

Fuente: James Cárdenas Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras. 2013

Realizado por: Lenin Lara

Figura 4.- Tipos de terreno



Fuente: James Cárdenas Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, 2013

Realizado por: Lenin Lara

d) De acuerdo al tráfico

De acuerdo a la clasificación detallada en la figura 2, estas vías deben ser diseñadas con las características geométricas y funcionales que corresponde a cada clase, pudiendo ser construidas por etapas en función del incremento del tráfico y del

Tabla 3.- Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

presupuesto. [6]

| CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO | |
|---|--------------------------------|
| Clase de Carretera | Tráfico Proyectado TPDA |
| R - I ó R - II | Más de 8.000 |
| I | De 3.000 a 8.000 |
| II | De 1.000 a 3.000 |
| III | De 300 a 1.000 |
| IV | De 100 a 300 |
| V | Menos de 100 |
| <p>El TPDA indicado es el volumen de tráfico Promedio diario anual proyectado de 15 a 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa a los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes</p> | |

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

Realizado por: Lenin Lara

El MOP clasifica las carreteras de acuerdo a la importancia, fundamentalmente en base al volumen de tráfico y número de calzadas necesarias, de esta manera las carreteras

deben ser diseñadas con características geométricas dependiendo de su clase y construir en función del incremento del tráfico. [18]

Tabla 4.- Relación entre clase de carretera con su TPDA

| FUNCIÓN | CLASE DE CARRETERA (según MOP) | TPDA(1) (año final de diseño) |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| CORREDOR ARTERIAL | R - I ó R - II | >8.000 |
| COLECTORA | I | 3,000 - 8,000 |
| | II | 1,000 - 3,000 |
| VECINAL | III | 300 - 1000 |
| | IV | 100 - 300 |
| | V | <100 |

Fuente: Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

Realizado por: Lenin Lara

1.3.11 Estudio de Suelos

Es un conjunto de actividades que nos permite adquirir información sobre un determinado terreno, este estudio es muy importante para el diseño, planificación y ejecución de todo proyecto de construcción.

En obras de carretera un estudio de suelos se realiza con el objetivo de determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo, estudiar la factibilidad técnica del alineamiento horizontal y vertical, estas propiedades ayudarán a determinar el diseño estructural del pavimento para que se lleve a cabo una buena ejecución en obra y un buen control en la carretera. [20]

Clasificación de suelos según SUGS

Los suelos están clasificados en base a su composición granulométrica, características de plasticidad y constituida por los límites de consistencia, sus partículas presentan un tamaño menor de 7.5 cm es decir 3 pulgadas. [21]

| Tipo | Sub-Tipos | Identificación | | | Símbolo de Grupo | | |
|--|---|---|--|---|--|----|----|
| Suelos (Partículas mayores a 7.5cm) | SUELOS GRUESOS Más de la mitad del material se retiene en la malla N°200 (0,075mm) | GRAVA Más de la mitad de la fracción gruesa se retiene en la malla N°4 | GRAVA LIMPIA (Poco o nada de las partículas finas) | Grava bien graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3. | Menos del 5% en masa pasa la malla N°200 | Gw | |
| | | | | Grava mal graduada; mezcla de grava y arena con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para-GW. | Menos del 5% en masa pasa la malla N°200 | GP | |
| | | | GRAVA CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas) | Grava limosa; mezcla de grava, arena y arcilla | Más del 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH. | GM | |
| | | | | Grava arcillosa; mezcla de grava, arena y arcilla | Más del 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH. | GC | |
| | | ARENA Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N°4 | ARENA LIMPIA (Poco o nada de partículas finas) | Arena bien graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. Debe tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 6 y un coeficiente de curvatura (Cc) entre 1 y 3 | Menos de 5% en masa pasa la malla N°200 | SW | |
| | | | | Arena mal graduada; mezcla de arena y grava con poco o nada de finos. No satisface los requisitos de graduación para-SW. | Menos de 5% en masa pasa la malla N°200 | SP | |
| | | | ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas) | Arena limosa; mezcla de arena grava y limo | Más del 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como ML o MH. | SM | |
| | | | | Arena arcillosa; mezcla de arena grava y arcilla. | Más del 12% en masa pasa la malla N°200 y las pruebas de límites de consistencia clasifican a la fracción fina como CL o CH. | SC | |
| | SUELOS FINOS Más de la mitad del | | LIMO Y ARCILLA Límite Líquido Menor de 50% | Limo de baja compresibilidad; mezcla de limo de baja plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se localiza dentro de la zona 1 de la carta de plasticidad | | | ML |
| | | | | Arcilla de baja compresibilidad; mezcla de arcilla de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la Zona II de la carta de plasticidad. | | | CL |

| | | | |
|---------------------------|--------------|---|----|
| | | Limo orgánico de baja compresibilidad; mezcla de limo orgánico de baja plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona IV de la carta de plasticidad. | OL |
| | Mayor de 50% | Limo de alta compresibilidad; mezcla de limo de alta plasticidad, arena y grava; polvo de roca. Se localiza dentro de la zona III de la carta de plasticidad | MH |
| | | Arcilla de alta compresibilidad; mezcla de arcilla de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la Zona IV de la carta de plasticidad. | CH |
| | | Limo orgánico de alta compresibilidad; mezcla de limo orgánico de alta plasticidad, arena y grava. Se localiza dentro de la zona IV de la carta de plasticidad. | OH |
| ALTAMENTE ORGANICO | | Turba, fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa frecuentemente por su textura fibrosa. | Pt |

Tabla 5.- Clasificación de suelos según SUGS

Fuente: SUGS, 2003

Realizado por: Lenin Lara

Los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades del suelo son:

Análisis granulométrico

Consiste en un proceso de laboratorio que permite establecer la proporción en que participan los granos del suelo en función de sus tamaños, dicha proporción se llama gradación del suelo.

Tabla 6.- Tamaño de tamices.

| Malla Número | Abertura (mm) |
|--------------|---------------|
| 4" | 101,6 |
| 2" | 50,8 |
| 1" | 25,4 |
| 3/4" | 19,1 |
| 1/2" | 12,7 |
| 3/8" | 9,52 |
| 1/4" | 6,35 |
| #4 | 4,76 |
| #6 | 3,36 |
| #8 | 2,38 |
| #10 | 2 |
| #12 | 1,68 |
| #20 | 0,84 |
| #40 | 0,42 |
| #60 | 0,25 |
| #100 | 0,149 |
| #200 | 0,074 |

Fuente: Mecánica de suelos. Jarez Badillo, Tomo I, 2005

Realizado por: Lenin Lara

Métodos de análisis granulométrico

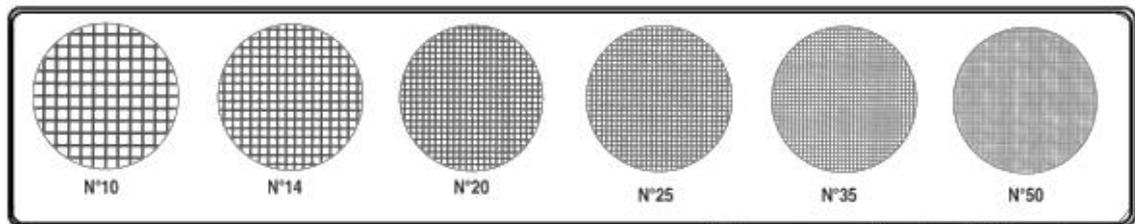
Para determinar la competencia y eficiencia de un suelo es necesario conocer su separación en diferentes fracciones según sus tamaños, esto se realiza mediante dos

tipos de ensayos: por tamizado para el caso de arenas y gravas, y el de sedimentación para fracción fina de suelo como limos y arcillas. [22]

a) Método del tamizado

Luego de secar el suelo al horno o al aire se procede a pasar por una serie de tamices ordenados según el tamaño de los agujeros de forma descendente, de arriba hacia abajo, el primer tamiz es el de mayor tamaño y es donde se da inicio al tamizado. Se debe tapar el tamiz con el objetivo de evitar pérdidas de granos finos, el tamiz final está ubicado en la parte de abajo y descansa sobre un recipiente donde se recoge el material más fino no retenido en ningún tamiz. [22]

Figura 5.- Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado



Fuente: Mallas para tamices, Blog Apuntes Ingeniería Civil

Realizado por: Lenin Lara

b) Métodos de sedimentación

Se lleva a cabo mediante dos procedimientos: el método del hidrómetro y el de la pipeta; los dos procedimientos se basan en las características de la sedimentación de las partículas del suelo en un medio acuoso. Este método es aplicable al suelo fino es decir limos y arcillas que han quedado en el fondo de los tamices. [20]

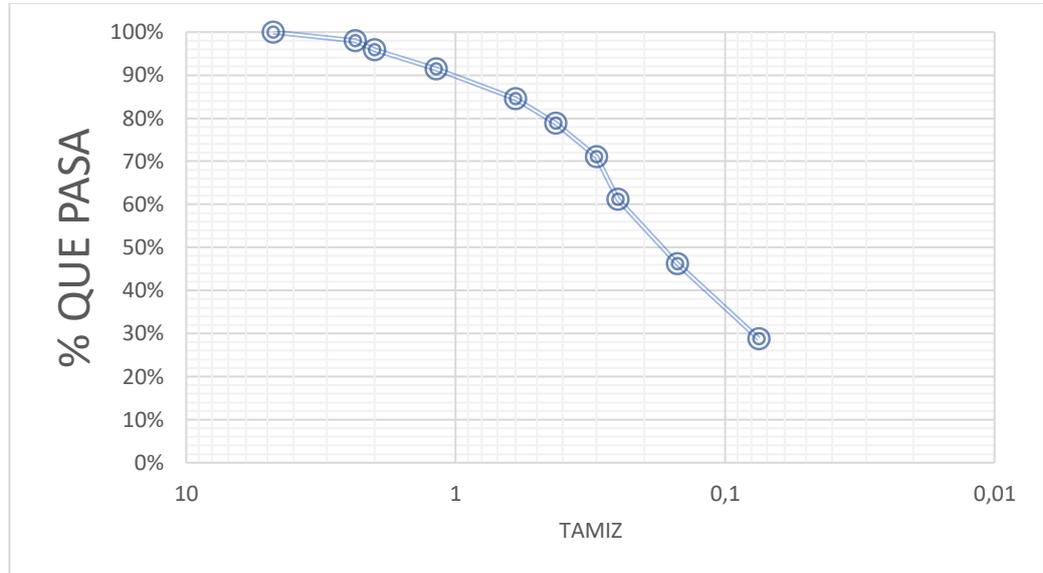
1.3.11 Pendiente granulométrica

Luego de haber realizado el ensayo granulométrico aplicado con los tamices y se ha obtenido una representación de la curva se procede a realizar un análisis, es el análisis de la curva granulométrica y se debe interpretar de la siguiente manera:

- Si las curvas son muy verticales los suelos tendrán una mala distribución.
- Si las curvas poseen una pendiente moderada, los suelos tendrán una buena distribución.
- Si las curvas son horizontales significa que tiene una mala distribución como es el caso de las arcillas y limos.

- Posteriormente, si las curvas abarcan todo el gráfico con una pendiente moderada de izquierda a derecha, podríamos decir que es una mezcla bien graduada de grava arena, limo y arcilla. [23]

Figura 6.- Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado



Fuente: Mecánica de suelos, Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Tomo I

Realizado por: Lenin Lara

La fracción gruesa tendrá denominaciones, según el sistema:

Tabla 7.- Denominación de suelos según sistemas de clasificación

| SISTEMAS | BRITÁNICO 1 | AASHTO 2 | ASTM 3 | SUCS 4 |
|----------|-------------|------------|-------------|--------------|
| | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| Grava | 60-2 | 75-2 | >2 | 75-4.75 |
| Arena | 2-0,06 | 2-0,05 | 2-0,075 | 4.75-0,075 |
| Limo | 0,06-0,002 | 0,05-0,002 | 0,075-0,005 | <0,075 FINOS |
| Arcilla | <0,002 | <0,002 | <0,005 | |

Fuente: Geomecánica, Escobar Duque y otros, 2016

Realizado por: Lenin Lara

Cuando se trata de suelos grueso-granulares, el diámetro equivalente hace mención al agujero cuadrado de la malla, para los finos hace referencia al diámetro equivalente de una esfera. [22]

1.3.12 Ensayo de relación de soporte California-CBR

Desarrollado en Estados Unidos por la división de carreteras, es un método que sirve para evaluar la calidad del suelo para subrasante determinando la capacidad de soporte

del suelo y agregados compactados en laboratorio a niveles de compactación variables y con una humedad óptima. Mide la resistencia al corte del suelo en condiciones de humedad y densidad controladas permitiendo encontrar un valor en porcentaje.

Este ensayo se realiza compactando el suelo con un martillo especial en 3 cilindros de diferentes moldes hasta alcanzar una densidad máxima, después se aplica una carga en cada cilindro hasta conseguir comprimir 0.25 mm la muestra compactada, esto según la norma ASTM D1883-07, esta carga es anotada y se la compara con la carga para un suelo ideal la cual fue fijada por el estado de California en un valor de 1000 PSI otorgando un valor en porcentaje. [24]

1.3.13 Viga Benkelman

La medición de deflexiones a nivel superficial se puede ejecutar con ensayos no destructivos, estos ensayos permiten tener un reflejo verdadero del sistema pavimento-subrasante al tener como muestra de ensayo al propio pavimento sin destruirlo y de una manera rápida, económica y que se puede llevar a cabo en cualquier momento sin la necesidad de realizar trabajos previos. Las deflexiones medidas proporcionan una importante información sobre las características estructurales del pavimento y de la subrasante. [24]

La viga Benkelman es una herramienta utilizada para realizar una evaluación estructural ya que con ella se puede medir deflexiones a nivel superficie a cada distancia, para lograr estas mediciones es necesario aplicar una carga de 18000lb proveniente de las llantas dobles del eje trasero simple de un camión, estas deflexiones son medidas en un punto inicial de referencia y a cada distancia conforme avanza el camión, de esta manera se crea la curva de deflexiones. [24]

La viga Benkelman es un deflectómetro completamente mecánico y funciona como palanca, en la figura 6 se puede observar que la viga está comprendida por dos partes, la primera comprende un cuerpo fijo que se sitúa en el terreno mediante tres apoyos, dos fijos en el punto A y uno trasero regulable en el punto B. La segunda parte consta de un punto móvil el cual se encuentra acoplado a una articulación de giro en el punto C, uno de los extremos de este brazo se encuentra en el punto D apoyado sobre el terreno, el otro extremo se encuentra en contacto con un extensómetro de movimiento vertical en el punto E. [24]

Figura 7. Viga Benkelman



Fuente: Manual de carreteras: ensayo de materiales, 2016

Realizado por: Lenin Lara

1.4 Hipótesis

La implementación del proceso de conservación mediante la utilización de diferentes métodos y ensayos permitirá desarrollar técnicas de mantenimiento y a su vez mejorar la estructura de la capa de rodadura de la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Proponer una técnica de conservación vial en función de las características de la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco, en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Realizar un levantamiento topográfico georreferenciado de la vía existente Mocha-Pinguilí-Yanahurco en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua.
- b) Determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual y futuro de la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua.
- c) Evaluar la condición actual del pavimento de la vía Mocha-Pinguilí y proponer la conservación de la vía entre las abscisas k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Nivel o tipo de investigación

Exploratorio

Puesto que permite conseguir información de campo y laboratorio para determinar la situación actual en la que se encuentra la vía Mocha-Pinguilí, mediante el reconocimiento del lugar, levantamiento georreferenciado, estudio de tráfico para determinar el TPDA y la toma de muestras de suelo in situ.

De laboratorio

Ya que se realizará ensayos de granulometría, CBR, límite líquido, límite plástico de las muestras obtenidas en campo con el objetivo de determinar las propiedades del suelo que constituye la estructura del pavimento de la vía Mocha-Pinguilí, dichos ensayos se realizarán en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en la Universidad Técnica de Ambato.

Descriptiva

Se realizará una identificación visual del estado actual de la superficie de rodadura en la estructura del pavimento permitiendo identificar los diferentes tipos de fallas presentes para de esta manera definir un modelo de conservación vial dando solución al deterioro del pavimento.

Experimentación Analítica

Una vez recolectados los datos de campo y laboratorio, se procederá a tabular los resultados con los cuales se determinará el estado actual de la vía Mocha- Pinguilí en el tramo de la abscisa K0+000 hasta K4+000 para posteriormente determinar un modelo de conservación vial que permitirá ahorrar recursos económicos, reduciendo los costos de mantenimiento vial.

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población

La población tomada en cuenta para la realización del presente estudio será la vía que conecta Mocha con Pinguilí en el tramo de la abscisa k0+00 hasta k4+00 la cual cuenta con una longitud de 1.00km ubicada en la provincia de Tungurahua.

Para realizar los ensayos correspondientes se utilizará las siguientes normativas:

- ✓ Toma de Muestras: NTE INEN 686
- ✓ Análisis de Granulometría: ASTM C136
- ✓ Límites de Atterberg: ASTM D4318
- ✓ Proctor Modificado: AASHTO T-180
- ✓ Ensayo de relación de soporte California (CBR): ASTM D1883
- ✓ Medición de deflexiones: AASHTO T256

2.2.2 Muestra

Para el presente proyecto técnico se obtendrán muestras de suelos del lugar, mismas que serán tomadas cada 1000m, se realizarán calicatas de 1mx1mx1m en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua, dichas muestras serán ensayadas en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Para conocer el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) se llevará a cabo un conteo vehicular durante 7 días en el transcurso de 12 horas consecutivas. También se tomó lecturas de deflexión obtenidos con el ensayo de la viga Benkelman y finalmente mediante el método PCI se determinará visualmente el grado de severidad de la capa de rodadura de la vía, todo esto ayudará a determinar el estado actual en el que se encuentra la vía.

2.3 Materiales y Equipos

Con el propósito de tener toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto será necesario utilizar este tipo de materiales, mismos que han sido provistos por los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

- ✓ **Ensayo: Levantamiento Topográfico**

Materiales: Spray

Equipos: Cinta Métrica, GPS, Flexómetro, Laptop

- ✓ **Ensayo: Muestras**

Materiales: Saco de lona, fundas, recipientes

Equipos: Barra, pala, azadón, piola

✓ **Ensayo: Granulometría**

Materiales: 1000 gr

Equipos: Tamices, maquina vibradora de tamices, balanza, recipientes, brocha

✓ **Ensayo: Limite plástico**

Materiales: 300gr de suelo pasa por tamiz #40

Equipos: Recipientes, balanza, espátula, mortero, horno, regla

✓ **Ensayo: Limite Liquido**

Materiales: 300gr de suelo pasa por tamiz #40

Equipos: Copa casa grande, recipientes, balanza, ranurador, espátula, probeta, horno eléctrico

✓ **Ensayo: Proctor Modificado**

Materiales: 25kg de suelo

Equipos: Moldes de metal, collarín, enrazador, martillo compactador, bandejas, tamices, palustre, brocha, recipientes, balanza, horno.

✓ **Ensayo: CBR**

Materiales: 20kg de suelo

Equipos: Moldes de metal, collarín, enrazador, martillo compactador, bandejas, tamices, palustre, brocha, recipientes, balanza, horno.

✓ **Ensayo: TPDA**

Materiales: Hoja formato

Equipos: Laptop

✓ **Ensayo: PCI**

Materiales: Hoja formato|

Equipos: Flexómetro, manual para identificar falla

✓ **Ensayo: Medición de deflexiones**

Materiales: tiza, pintura, libreta de campo

Equipos: Viga Benkelman, combo, cincel, cinta métrica, termómetro, volqueta
8.2 ton

2.4 Métodos

2.4.1 Plan de recolección de información

Tabla 6.- Plan de recolección de información

| Preguntas Básicas | Explicación |
|---------------------------|--|
| ¿Para qué? | Para proponer un proceso de conservación para la estructura de la capa de rodadura de la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco. |
| ¿De qué persona u objeto? | De la capa de rodadura de la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua. . |
| ¿Sobre qué aspecto? | Deflexiones de la estructura del pavimento, índice de condición del pavimento, capacidad portante del suelo y espesores de las capas de la estructura del pavimento. |
| ¿Quién evalúa? | Lenin Alejandro Lara Pérez |
| ¿Dónde evalúa? | Laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato. La vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000. |
| ¿Cómo? | Investigación de campo y ensayos de laboratorio aplicando normas AASHTO, ASTM, investigación bibliográfica, visitas de campo. |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

2.4.2 Plan de procesamiento y análisis de información

Para la ejecución, procesamiento y análisis de datos se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- ✓ Realizar el levantamiento georreferenciado de la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco con ayuda de un RTK en el tramo de la abscisa k0+000 a k4+000 de la provincia de Tungurahua, con coordenadas UTM-WGS84.
- ✓ En Excel realizar una base de datos con los puntos obtenidos del levantamiento con los que se creará un modelo digital de la vía con sus respectivas curvas de nivel, alineamiento horizontal y sección transversal.
- ✓ Ejecutar el estudio de tráfico para obtener el TPDA.
- ✓ Realizar ensayos de muestras de suelo en el laboratorio para determinar las propiedades y características de la estructura del pavimento.
- ✓ Identificar fallas presentes en el pavimento y su grado de severidad mediante el método PCI.
- ✓ Procesar y analizar la información recolectada en campo y laboratorio mediante la creación de gráficos y tablas de resultados.
- ✓ Verificar la hipótesis y determinar conclusiones y recomendaciones que den respuesta a los objetivos planteados.
- ✓ Proponer un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura que ayude a mejorar su condición actual y conservación para que alcance su vida útil.

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

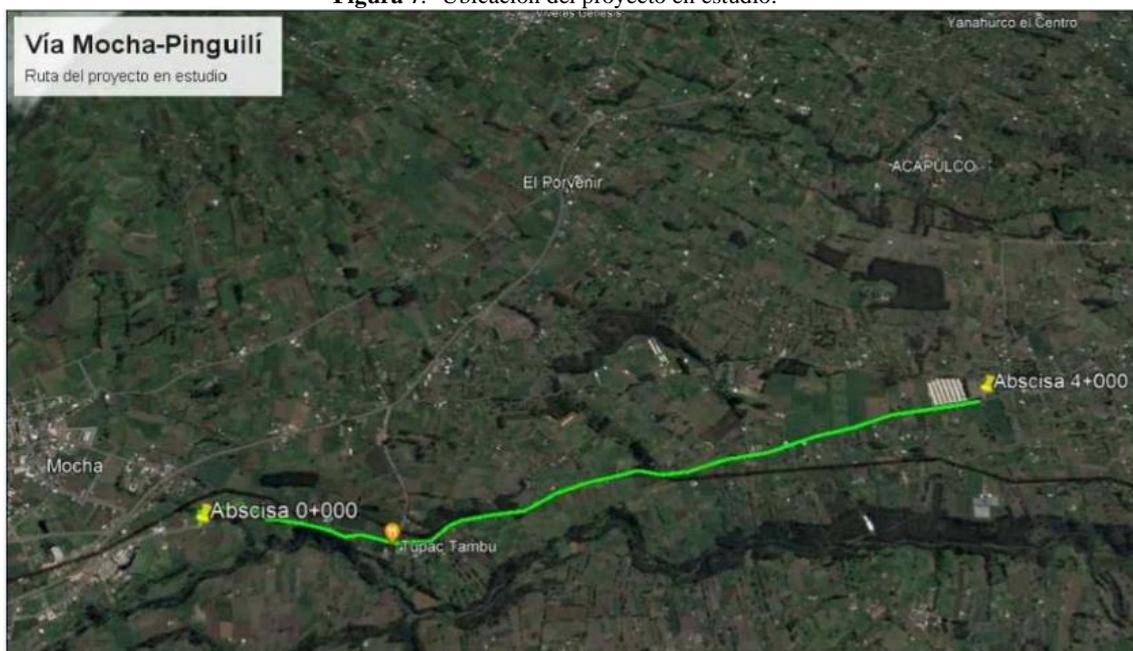
3.1 Análisis y Discusión de Resultados

3.1.1. Ubicación del Proyecto

El proyecto está ubicado en el cantón Mocha, en la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco que conecta el tramo de la abscisa K0+00 hasta K4+00m perteneciente a la provincia de Tungurahua con una longitud total de 4.00 km. En la **tabla N°8** se detallan las coordenadas del proyecto.

En la **figura N° 8** se puede observar el recorrido del tramo de la vía en estudio.

Figura 7.- Ubicación del proyecto en estudio.



Fuente: Google Earth

Realizado por: Lenin Lara

Tabla 8.- Ubicación Geográfica del proyecto

| COORDENADAS | | | |
|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| ABSCISA | ESTE X (m) | NORTE Y (m) | COTA (msnm) |
| K0+00 | 761252.28 | 9843143.90 | 3189.04 |
| K4+00 | 764164.36 | 9845829.33 | 3082.58 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.2. Levantamiento de la Vía

Se realizó un levantamiento georreferenciado de la vía con ayuda de un RTK para obtener la longitud, curvas y secciones de la vía en estudio, como también las coordenadas de los diferentes tramos.

Tabla 9.- Levantamiento Georreferenciado de la vía.

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Longitud de la vía | 4000 metros |
| N° de carriles | 2 (uno en cada dirección) |
| Ancho promedio de calzada | 7.84 metros |
| N° de coordenadas obtenidas | 1014 |

Fuente: Lenin Lara

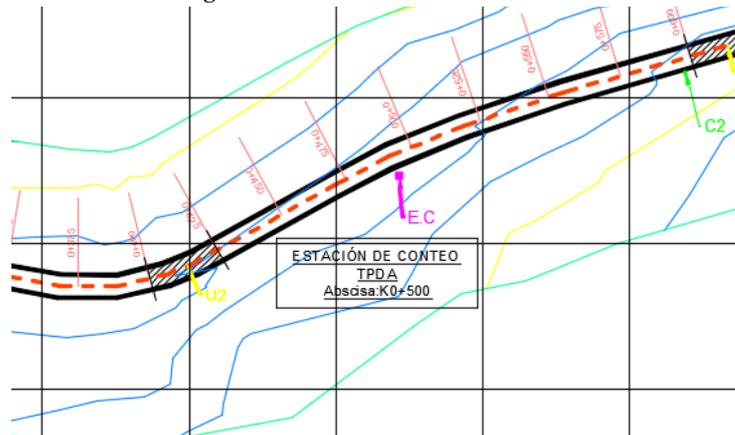
Realizado por: Lenin Lara

Posterior a la recolección de datos en campo se procede a representa gráficamente el tramo de la vía Mocha-Pinguilí mostrado en la imagen a continuación.

3.1.3. Estudio del Tránsito

Con el fin de determinar la cantidad de vehículos que transitan por la vía se realizó un conteo manual-visual de los tipos de vehículos en un período de 7 días contados de lunes a domingo durante 12h00 horas consecutivas (6h00am a 18h00pm) en intervalos de 15 minutos para cada tipo de vehículo, este conteo se realizó en un punto importante de la vía y para su tipificación se tomó como referencia la tabla de clasificación de la norma NEVI-12. Esta clasificación permite determinar el TPDA de la vía obtenido mediante el cálculo de la trigésima hora y de del factor de la hora pico. En la **tabla N° 10** se puede identificar los datos de campo obtenidos mediante el conteo vehicular.

Figura 8.- Ubicación de la estación de conteo.



Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

Tabla 10.- Ubicación de la estación de conteo.

| Georreferenciación de la Estación de Conteo | |
|---|------------|
| Abscisa | K0+500 |
| Coordenada Norte | 9843345.14 |
| Coordenada Este | 761558.62 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

Figura 9.- Clasificación según la distribución máxima de carga.

| TIPO | DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE | DESCRIPCIÓN | PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.) | LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros) | | |
|-------------|---|---|------------------------------|--|-------|------|
| | | | | Largo | Ancho | Alto |
| 2 D |  |  | 7 | 5,00 | 2,60 | 3,00 |
| 2DA |  |  | 10 | 7,50 | 2,60 | 3,50 |
| 2DB |  |  | 18 | 12,20 | 2,60 | 4,10 |
| 3-A |  |  | 27 | 12,20 | 2,60 | 4,10 |
| 4-C |  |  | 31 | 12,20 | 2,60 | 4,10 |
| 4-0 octopus |  |  | 32 | 12,20 | 2,60 | 4,10 |
| V2DB |  |  | 18 | 12,20 | 2,60 | 4,10 |
| V3A |  |  | 27 | 12,20 | 2,60 | 4,10 |
| VZS |  |  | 27 | 12,20 | 2,60 | 4,10 |
| T2 |  |  | 18 | 8,50 | 2,60 | 4,10 |
| T3 |  |  | 27 | 8,50 | 2,60 | 4,10 |
| S3 |  |  | 24 | 13,00 | 2,60 | 4,10 |
| S2 |  |  | 20 | 13,00 | 2,60 | 4,10 |
| S1 |  |  | 11 | 13,00 | 2,60 | 4,10 |
| R2 |  |  | 22 | 10,00 | 2,60 | 4,10 |
| R3 |  |  | 31 | 10,00 | 2,60 | 4,10 |
| B1 |  |  | 11 | 10,00 | 2,60 | 4,10 |
| B2 |  |  | 20 | 10,00 | 2,60 | 4,10 |
| B3 |  |  | 24 | 10,00 | 2,60 | 4,10 |

Fuente: NEVI-12, 2013

Realizado por: Lenin Lara

Tabla 11.- Registro de conteo vehicular

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------|---------|---------|------------------|----|-----|-------|--------|--------------------|--|--|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | | | | | |
| CONTEO DE TRANSITO | | | | | | | | | | | | |
| Vía: | VIA PRINCIPAL | | | Sector: | MOCHA - PINGUILI | | | | Fecha: | 28/09/2022 | | |
| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | Acumulado por hora | | |
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | V3A | Total | | | | |
| 6:00-6:15 | 16 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 4 | 20 | 88 | | |
| 6:15-6:30 | 18 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 21 | | | |
| 6:30-6:45 | 20 | 0 | 2 | 4 | 2 | 0 | 3 | 11 | 31 | | | |
| 6:45-7:00 | 12 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 16 | | | |
| 7:00-7:15 | 13 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 5 | 18 | 71 | | |
| 7:15-7:30 | 11 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 7 | 18 | | | |
| 7:30-7:45 | 10 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 13 | | | |
| 7:45-8:00 | 16 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 6 | 22 | | | |
| 8:00-8:15 | 17 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 21 | 143 | | |
| 8:15-8:30 | 32 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 7 | 39 | | | |
| 8:30-8:45 | 37 | 0 | 4 | 5 | 1 | 2 | 0 | 12 | 49 | | | |
| 8:45-9:00 | 29 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 5 | 34 | | | |
| 9:00-9:15 | 27 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 | 33 | 116 | | |
| 9:15-9:30 | 21 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 27 | | | |
| 9:30-9:45 | 26 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 29 | | | |
| 9:45-10:00 | 20 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 7 | 27 | | | |
| 10:00-10:15 | 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 20 | 92 | | |
| 10:15-10:30 | 16 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 1 | 7 | 23 | | | |
| 10:30-10:45 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | | | |
| 10:45-11:00 | 28 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 34 | | | |
| 11:00-11:15 | 15 | 1 | 0 | 4 | 4 | 2 | 0 | 10 | 26 | 101 | | |
| 11:15-11:30 | 19 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 | 25 | | | |
| 11:30-11:45 | 20 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 7 | 28 | | | |
| 11:45-12:00 | 20 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | | | |
| 12:00-12:15 | 16 | 0 | 0 | 3 | 4 | 2 | 1 | 10 | 26 | 104 | | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|-------------|----|
| 12:15-12:30 | 12 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 6 | 18 | |
| 12:30-12:45 | 31 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 6 | 37 | |
| 12:45-13:00 | 19 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 4 | 23 | |
| 13:00-13:15 | 14 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 5 | 19 | 82 |
| 13:15-13:30 | 21 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 22 | |
| 13:30-13:45 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 13:45-14:00 | 19 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 5 | 24 | |
| 14:00-14:15 | 18 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 4 | 22 | |
| 14:15-14:30 | 11 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | 75 |
| 14:30-14:45 | 15 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 | 20 | |
| 14:45-15:00 | 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 21 | |
| 15:00-15:15 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | |
| 15:15-15:30 | 10 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 12 | 62 |
| 15:30-15:45 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 20 | |
| 15:45-16:00 | 13 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 16 | |
| 16:00-16:15 | 16 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | |
| 16:15-16:30 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 73 |
| 16:30-16:45 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 14 | |
| 16:45-17:00 | 16 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 19 | |
| 17:00-17:15 | 19 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 23 | |
| 17:15-17:30 | 18 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 | 22 | 88 |
| 17:30-17:45 | 21 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 23 | |
| 17:45-18:00 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | |
| TOTAL= | 888 | 5 | 52 | 70 | 43 | 29 | 8 | 202 | 1095 | |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

Tabla 12.- Número de vehículos por día.

| DÍA | N° DE VEHÍCULOS |
|------------------|-----------------|
| LUNES | 1038 |
| MARTES | 823 |
| MIÉRCOLES | 1095 |
| JUEVES | 910 |
| VIERNES | 768 |
| SÁBADOS | 686 |
| DOMINGOS | 643 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

Se puede observar en la **tabla N°11** que el día miércoles 28 de septiembre de 2022 se presentó mayor circulación vehicular con un total de 1095 autos, su mayor concurrencia se dio en horas de la mañana en el intervalo de 8h00 am a 9h00 am, esto se debe a que en este día se realiza la feria en Mocha y varios comerciantes circulan por la vía para transportar sus productos y comercializarlos.

La tabla a continuación contiene el conteo de tráfico en la hora pico.

Tabla 13.- Tráfico de Hora Pico

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------|---------|------------------|-----|----|-----|-------|--------|--------------------|-----|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | | | | |
| CONTEO DE TRANSITO | | | | | | | | | | | |
| Vía: | VIA PRINCIPAL | | Sector: | MOCHA - PINGUILI | | | | | Fecha: | 28/10/2022 | |
| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | Acumulado por hora | |
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | V3A | Total | | | |
| 8:00-8:15 | 17 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 21 | | 143 |
| 8:15-8:30 | 32 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 7 | 39 | | |
| 8:30-8:45 | 37 | 0 | 4 | 5 | 1 | 2 | 0 | 12 | 49 | | |
| 8:45-9:00 | 29 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 5 | 34 | | |
| TOTAL | 115 | 0 | 8 | 9 | 5 | 6 | 0 | 28 | 143 | | |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.3.1 Cálculo del factor de hora pico

$$FHP_{15} = \frac{Q}{4 * Q_{15m\acute{a}x}} \quad Ec. 4.1.$$

Donde:

Q= Total de volumen de tráfico en la hora pico.

$Q_{15m\acute{a}x}$ = Volumen máximo en el transcurso de la hora pico.

$$FHP_{15} = \frac{143 \text{ veh}}{4 * 49 \text{ veh}}$$

$$FHP_{15} = 0.73$$

$$FHP_{15} < 1$$

- Se toma en consideración un **FHP**₁₅ = **1** para tener un tránsito uniforme.

3.1.3.2 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

$$TPDA \text{ act} = \frac{VHP * FHP}{k} \text{ Ec. 4.2}$$

Donde:

TPDA act. = Tráfico promedio diario anual actual.

VHP= Número de vehículos en la hora pico.

FHP= Factor de hora pico.

k= Porcentaje de la 30ava hora de diseño.

Para zona urbana se recomienda k= 8%-12% (10%)

Para zona rural se recomienda k= 12%-18% (15%)

- ✓ Se toma un valor de k=15% por ser zona rural.

- Vehículos Livianos:

$$TPDA \text{ act} = \frac{115 \text{ veh} * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 767 \text{ veh/día}$$

- Buses:

$$TPDA \text{ act} = \frac{0 \text{ veh} * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 0 \text{ veh/día}$$

- Camiones:

$$TPDA \text{ act} = \frac{28veh * 1}{0.15}$$

$$TPDA \text{ act} = 187 \text{ veh/día}$$

En la siguiente tabla se puede observar el TPDA actual de la vía en estudio.

Tabla 14.- TPDA actual de la Vía Mocha-Pinguilí

| Tipo de vehículo | VHP (Vehículos hora pico) | TPDA Actual Vehículo /día |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Livianos | 115 | 767 |
| Buses | 0 | 0 |
| Camiones | 28 | 187 |
| Total= | | 954 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.3.3 Cálculo del Tráfico Atraído

$$Ta = 10\% * TPDA \text{ actual Ec. 4.3}$$

Donde:

Ta= Tráfico atraído

TPDA Actual: Tráfico Promedio Diario Anual Actual

- **Tráfico atraído-vehículos livianos**

$$Ta = 10\% * 767vehículos/día$$

$$Ta = 77\%vehículos/día$$

- **Tráfico atraído-buses**

$$Ta = 10\% * 0vehículos/día$$

$$Ta = 0vehículos/día$$

- **Tráfico atraído-camiones**

$$Ta = 10\% * 187vehículos/día$$

$$Ta = 19vehículos/día$$

La **tabla 14** contiene los datos del tráfico atraído de la vía Mocha-Pinguilí.

Tabla 15.- Tráfico atraído

| Tipo de vehículo | TPDA Actual (vehículos/día) | Tráfico Atraído Vehículo /día |
|------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Livianos | 767 | 77 |
| Buses | 0 | 0 |
| Camiones | 187 | 19 |
| Total= | 954 | 96 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.3.4 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Total

$$TPDA_{TOTAL} = TPDA_{ACTUAL} + TA \text{ Ec. 4.4}$$

Donde:

$TPDA_{TOTAL}$ = Tráfico Promedio Diario Anual Total.

$TPDA_{ACTUAL}$ = Tráfico Promedio Diario Anual Actual.

Ta = Tráfico Atraído.

$TPDA_{TOTAL}$ para vehículos livianos

$$TPDA_{TOTAL} = 767veh/día + 77veh/día$$

$$TPDA_{TOTAL} = 844 \text{ vehiculos/día}$$

$TPDA_{TOTAL}$ para vehículos buses

$$TPDA_{TOTAL} = 0 + 0$$

$$TPDA_{TOTAL} = 0 \text{ vehiculos/día}$$

TPDA_{TOTAL} para vehículos camiones

$$TPDA_{TOTAL} = 187 \text{ veh/día} + 19\text{veh/día}$$

$$TPDA_{TOTAL} = 206 \text{ vehículos/día}$$

A continuación, en la **Tabla 15** se presentan los datos obtenidos del TPDA Total.

Tabla 16 .-TPDA total de la vía Micha-Pinguili

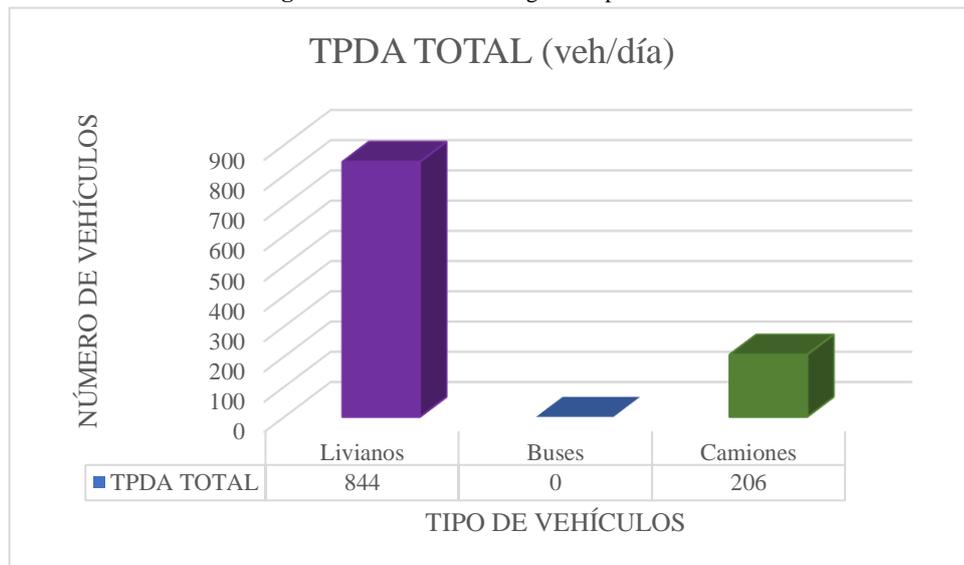
| Tipo de vehículo | TPDA Actual (vehículos/día) | Tráfico Atraído (Vehículo /día) | TPDA TOTAL | Porcentaje (%) |
|-------------------------|------------------------------------|--|-------------------|-----------------------|
| Livianos | 767 | 77 | 844 | 80.38% |
| Buses | 0 | 0 | 0 | 0% |
| Camiones | 187 | 19 | 206 | 19.62% |
| Total= | 954 | 96 | 1050 | 100% |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

El valor de **TPDA** de la vía Mocha-Pinguilí es de 1050 vehículos/día.

Figura 10.- TPDA Total según el tipo de vehículo

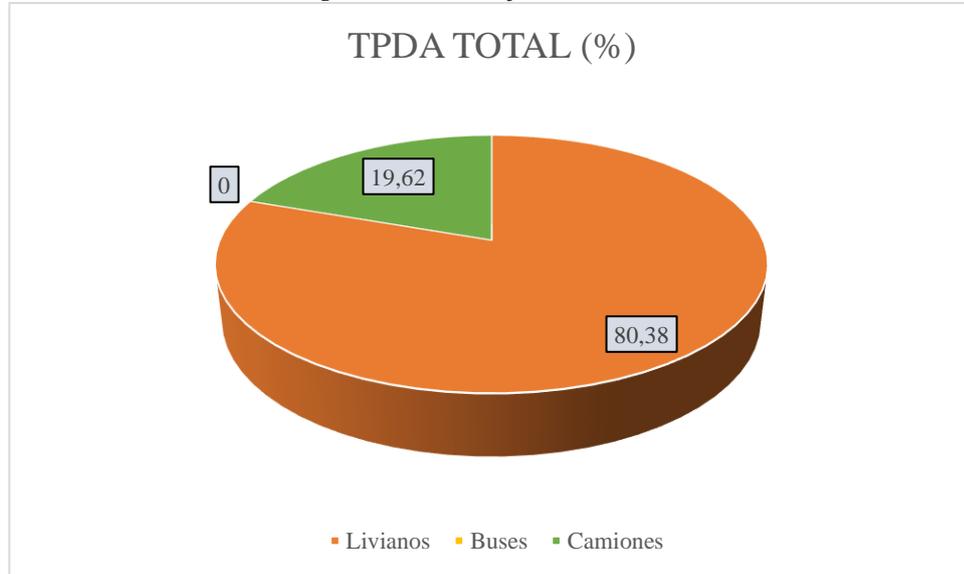


Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

La figura 9 es una representación gráfica del TPDA Total, donde se puede observar que los vehículos livianos circulan con más continuidad por la vía en estudio, mientras que existe poca afluencia de buses y vehículos pesados.

Figura 11.- Porcentaje del TPDA total.



Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

En la figura anterior se puede observar que 80.38% de vehículos que circulan por la vía son livianos mientras que en la hora pico no se observó circulación de buses, pero si vehículos de carga pesada con un 19.62%.

3.1.3.5 Cálculo del Tráfico Futuro o Proyectado

Para el estudio del tráfico proyectado de la vía en estudio se tomará un período de 20 años tomados desde el año 2022 a 2042.

$$Tf = TPDA_{TOTAL}(1 + i)^n \text{ Ec. 4.5}$$

Donde:

Tf= Tráfico futuro.

TPDA_{TOTAL}= Tráfico Promedio Diario Anual Total.

i= Índice de crecimiento vehicular.

n= Número de años proyectados.

Tabla 17.- Índice de crecimiento vehicular.

| Periodo | Tipo de vehículo | | |
|-----------|------------------|-------|----------|
| | Livianos | Buses | Camiones |
| 2015-2020 | 3.97 | 1.97 | 1.94 |
| 2020-2025 | 3.57 | 1.78 | 1.74 |
| 2025-2030 | 3.25 | 1.62 | 1.58 |
| 2030-2035 | 3.25 | 1.62 | 1.58 |
| 2035-2040 | 3.25 | 1.62 | 1.58 |
| 2040-2045 | 3.25 | 1.62 | 1.58 |

Fuente: MTOP, 2013

Realizado por: Lenin Lara

Tabla 18.- Trafico Futuro o Proyectado

| | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |
|---|------|---|-------|----------|--------------------------|-------|----------|-----------------------------|
|   | | | | | | | | |
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | |
| Tráfico Futuro Proyectado | | | | | | | | |
| Nº | AÑO | TASA DE CRECIMIENTO | | | TRÁFICO FUTURO (veh/día) | | | TPDA FUTURO TOTAL (veh/día) |
| | | LIVIANO | BUSES | CAMIONES | LIVIANO | BUSES | CAMIONES | |
| 0 | 2022 | 3,57 | 1,78 | 1,74 | 844 | 0 | 206 | 1050 |
| 1 | 2023 | 3,57 | 1,78 | 1,74 | 875 | 0 | 210 | 1085 |
| 2 | 2024 | 3,57 | 1,78 | 1,74 | 907 | 0 | 214 | 1121 |
| 3 | 2025 | 3,57 | 1,78 | 1,74 | 940 | 0 | 218 | 1158 |
| 4 | 2026 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 971 | 0 | 222 | 1193 |
| 5 | 2027 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1003 | 0 | 226 | 1229 |
| 6 | 2028 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1036 | 0 | 230 | 1266 |
| 7 | 2029 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1070 | 0 | 234 | 1304 |
| 8 | 2030 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1105 | 0 | 238 | 1343 |
| 9 | 2031 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1141 | 0 | 242 | 1383 |
| 10 | 2032 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1179 | 0 | 246 | 1425 |
| 11 | 2033 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1218 | 0 | 250 | 1468 |
| 12 | 2034 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1258 | 0 | 254 | 1512 |
| 13 | 2035 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1299 | 0 | 259 | 1558 |
| 14 | 2036 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1342 | 0 | 264 | 1606 |
| 15 | 2037 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1386 | 0 | 269 | 1655 |
| 16 | 2038 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1432 | 0 | 274 | 1706 |
| 17 | 2039 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1479 | 0 | 279 | 1758 |
| 18 | 2040 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1528 | 0 | 284 | 1812 |
| 19 | 2041 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1578 | 0 | 289 | 1867 |
| 20 | 2042 | 3,25 | 1,62 | 1,58 | 1630 | 0 | 294 | 1924 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

En la **tabla N°16** se puede observar que el tráfico proyectado para dentro de 20 años será de 1924 vehículos/día para el año 2042 en los dos sentidos de circulación.

3.1.3.6 Clasificación Vial en función del TPDA

Basados en la **tabla N°17** se puede determinar que la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco en el tramo de la abscisa K0+00 a K4+00 actualmente es una vía Colectora Case II ya que su TPDA actual es de 1050 veh/día, dentro de 20 años seguirá formando parte de esta misma clasificación puesto que su TPDA futuro es de 1924 veh/día para el año 2042.

Tabla 19.- Clasificación de carreteras.

| Función | Clase de Carretera (MOP) | TPDA (Año 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, Norma de diseño geométrico de carreteras, 2003.

Realizado por: Lenin Lara

3.1.3.7 Cálculo de Ejes Equivalentes

Puesto a que existen una gran variedad de tipos de vehículos que circulan por la vía se requiere transformar a ejes equivalentes, este estudio será de útil para cálculos futuros que se requieran realizar en este proyecto.

$$W_{18} = 365 * TPDA * FD \text{ Ec. 4.6}$$

Donde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes.

TPDA= Tránsito promedio diario anual actual.

FD= Factor de daño.

Tabla 20.- Factores de daño según el tipo de vehículo.

| FACTOR DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO | | | | | | | | | |
|---|--------|----------------------|--------------|----------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|----------------|
| Tipo | Simple | | Simple Doble | | Tandem | | Tridem | | Factor de Daño |
| | Tons. | (p/6.6) ⁴ | Tons. | (p/8.2) ⁴ | Tons. | (p/15) ⁴ | Tons. | (p/23) ⁴ | |
| BUS | 4 | 0.13 | 8 | 0.91 | - | - | - | - | 1.04 |
| C-2P | 2.5 | 0.02 | - | - | - | - | - | - | 1.29 |
| | 7 | 1.27 | - | - | - | - | - | - | |
| C-2G | 6 | 0.68 | 11 | 3.24 | - | - | - | - | 3.92 |
| C-3 | 6 | 0.68 | - | - | 18 | 2.07 | - | - | 2.76 |
| C-4 | 6 | 0.68 | - | - | - | - | 25 | 1.40 | 2.08 |
| C-5 | 6 | 0.68 | - | - | 18 | 2.07 | - | - | 2.76 |
| C-6 | 6 | 0.68 | - | - | 18 | 2.07 | 25 | 1.40 | 4.15 |

Fuente: Fricson Moreira, Guía Técnica de pavimentos, 2015

Realizado por: Lenin Lara

La vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco está formada por dos carriles, uno por cada sentido de circulación, por este motivo se considera el 50% de tránsito para cada carril según la tabla a continuación.

Tabla 21.- Factores de distribución direccional.

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

Fuente: Norma AASHTO 93, Diseño de estructuras de pavimentos, 2014.

Realizado por: Lenin Lara

La **tabla 21** contiene los porcentajes W18 por carril de circulación.

Tabla 22.- Porcentaje W18 en un carril D1.

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

Fuente: Norma AASHTO 93, Diseño de estructuras de pavimentos, 2014.

Realizado por: Lenin Lara

En la tabla a continuación se puede observar que para el año 2042 la vía Mocha-Pinguilí tendrá un valor de 1960970 de ejes equivalentes.

Tabla 23.- Tránsito Futuro

| | |  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|--|-------------|-------------|--------------------------|----------|------------|--------------------------------|---------|-----|-----|----|-----|-------|---------|-----------|-------------|
| | | PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | EJES EQUIVALENTES | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | AÑO | TASA DE CRECIMIENTO | | | TRÁFICO FUTURO (veh/día) | | | TPDA FUTURO TOTAL (veh/día) | PESADOS | | | | | | W18 | | |
| | | LIVIANO | BUSES | CAMIONES | LIVIANO | BUSES | CAMIONES | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | V3A | Total | PARCIAL | ACUMULADO | POR SENTIDO |
| 0 | 2022 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 844 | 0 | 206 | 1050 | 59 | 66 | 37 | 44 | 0 | 206 | 151278 | 151278 | 75639 |
| 1 | 2023 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 875 | 0 | 210 | 1085 | 60 | 67 | 38 | 45 | 0 | 210 | 154815 | 306093 | 153047 |
| 2 | 2024 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 907 | 0 | 214 | 1121 | 61 | 68 | 39 | 46 | 0 | 214 | 158352 | 464445 | 232223 |
| 3 | 2025 | 3.57 | 1.78 | 1.74 | 940 | 0 | 218 | 1158 | 62 | 69 | 40 | 47 | 0 | 218 | 161888 | 626333 | 313167 |
| 4 | 2026 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 971 | 0 | 222 | 1193 | 63 | 70 | 41 | 48 | 0 | 222 | 165425 | 791758 | 395879 |
| 5 | 2027 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1003 | 0 | 226 | 1229 | 64 | 71 | 42 | 49 | 0 | 226 | 168962 | 960720 | 480360 |
| 6 | 2028 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1036 | 0 | 230 | 1266 | 65 | 72 | 43 | 50 | 0 | 230 | 172499 | 1133219 | 566610 |
| 7 | 2029 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1070 | 0 | 234 | 1304 | 66 | 73 | 44 | 51 | 0 | 234 | 176036 | 1309255 | 654628 |
| 8 | 2030 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1105 | 0 | 238 | 1343 | 67 | 74 | 45 | 52 | 0 | 238 | 179573 | 1488828 | 744414 |
| 9 | 2031 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1141 | 0 | 242 | 1383 | 68 | 75 | 46 | 53 | 0 | 242 | 183110 | 1671938 | 835969 |
| 10 | 2032 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1179 | 0 | 246 | 1425 | 69 | 76 | 47 | 54 | 0 | 246 | 186646 | 1858584 | 929292 |
| 11 | 2033 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1218 | 0 | 250 | 1468 | 70 | 77 | 48 | 55 | 0 | 250 | 190183 | 2048767 | 1024384 |
| 12 | 2034 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1258 | 0 | 254 | 1512 | 71 | 78 | 49 | 56 | 0 | 254 | 193720 | 2242487 | 1121244 |
| 13 | 2035 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1299 | 0 | 259 | 1558 | 73 | 79 | 50 | 57 | 0 | 259 | 197323 | 2439810 | 1219905 |
| 14 | 2036 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1342 | 0 | 264 | 1606 | 75 | 80 | 51 | 58 | 0 | 264 | 200925 | 2640735 | 1320368 |
| 15 | 2037 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1386 | 0 | 269 | 1655 | 77 | 81 | 52 | 59 | 0 | 269 | 204528 | 2845263 | 1422632 |
| 16 | 2038 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1432 | 0 | 274 | 1706 | 79 | 82 | 53 | 60 | 0 | 274 | 208130 | 3053393 | 1526697 |
| 17 | 2039 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1479 | 0 | 279 | 1758 | 81 | 83 | 54 | 61 | 0 | 279 | 211733 | 3265126 | 1632563 |
| 18 | 2040 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1528 | 0 | 284 | 1812 | 83 | 84 | 55 | 62 | 0 | 284 | 215335 | 3480461 | 1740231 |
| 19 | 2041 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1578 | 0 | 289 | 1867 | 85 | 85 | 56 | 63 | 0 | 289 | 218938 | 3699399 | 1849700 |
| 20 | 2042 | 3.25 | 1.62 | 1.58 | 1630 | 0 | 294 | 1924 | 87 | 86 | 57 | 64 | 0 | 294 | 222541 | 3921940 | 1960970 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.4 Evaluación Superficial del Pavimento por el Método del Índice de Condición de Pavimento (PCI).

El método PCI permite determinar de manera visual las fallas presentes en el pavimento y de esta manera conocer el estado en el que se encuentra la vía Mocha-Pinguilí-Yanahurco.

3.1.4.1 Unidades de Muestreo

El método PCI se emplea con el objetivo de optimizar costos y tiempo, este método considera unidades de muestreo por tramos, mismas que se calculan en base al ancho de la vía y su longitud, desviación estándar de PCI, área de muestreo y un error admisible aproximado. Los datos tomados para este cálculo se muestran a continuación:

Tabla 24.- Datos Iniciales para el cálculo de PCI.

| Datos | |
|---|-----------------|
| Ancho promedio de calzada | 7.84m |
| Longitud del tramo | 4000m |
| Área del tramo (A) | $230 \pm 93m^2$ |
| Error admisible en el estimativo del PCI de la sección | 5% |
| Desviación estándar del PCI | 10 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

En la siguiente Tabla se muestran la relación longitud-ancho de calzada.

Tabla 25.- Longitud de unidades de muestreo asfálticas.

| Ancho de Calzada (m) | Longitud de la unidad de muestreo (m) |
|-----------------------------|--|
| 5.0 | 46.0 |
| 5.5 | 41.8 |
| 6.0 | 38.3 |
| 6.5 | 35.4 |
| 7.3 (máx) | 31.5 |

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

Realizado por: Lenin Lara

- **Longitud de la Unidad de Muestra**

$$L = \frac{A}{Av} \text{ Ec. 4.7}$$

Donde:

L= Longitud de la unidad de muestra.

A= Área de la muestra.

Av= Ancho de la vía.

$$L = \frac{230 \pm 93m^2}{7.84m}$$

$$L = 17.47m \text{ hasta } 41.20m$$

$$\Rightarrow L = 25m$$

- **Área real del tramo**

$$A = Av * L \text{ Ec. 4.8}$$

Donde:

L= Longitud de la unidad de muestra.

A= Área de la muestra.

Av= Ancho de vía.

$$A = 7.84m * 25m$$

$$A = 196m^2$$

Nota: El área del tramo que se calcula es $196m^2$, por lo que se procede con el cálculo puesto que este valor está dentro del rango $230 \pm 93m^2$.

Número Total de Muestra

$$N = \frac{Lt}{L} \text{ Ec. 4.9}$$

Donde:

N= Número total de la muestra.

Lt= Longitud del tramo de la vía.

L= Longitud de la unidad de muestra.

$$N = \frac{4000m}{41.2m}$$

$$N = 97.08$$

$$\Rightarrow N = 97 \text{ unidades}$$

- **Unidades de Muestreo Mínimas**

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N-1) + \sigma^2} \text{ Ec. 4.10}$$

Donde:

n= Unidades de muestreo mínimas a evaluar.

N= Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e= Error admisible estimado para PCI de la sección (e=5%).

σ = Desviación estándar del PCI para pavimentos asfálticos.

Nota: Se asume una desviación estándar de PCI=10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y un valor de 15 para pavimentos de concreto (rango PCI de 35).

$$n = \frac{97 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (97 - 1) + 10^2}$$

$$n = 13.85u$$

$$\Rightarrow n = 14 \text{ unidades}$$

Nota: Con la finalidad de obtener mejores resultados y que el margen de error disminuya es favorable realizar 20 unidades de muestreo.

- **Intervalo de muestra**

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ec. 4.11}$$

Donde:

i= Intervalo de muestreo, este valor se redondea al entero inferior.

N= Número total de unidades de muestreo disponibles.

n= Número mínimo de unidades para evaluar.

$$i = \frac{97u}{20 u}$$

$$i = 4.85$$

$$\Rightarrow i = 5 \text{ unidades}$$

- **Corrección para las Unidades de Muestreo**

$$nc = \frac{N}{i} \text{ Ec. 4.12}$$

Donde:

nc= Número corregido de unidades de muestreo.

N= Número total de unidades de muestreo.

i= Intervalo de muestra.

$$nc = \frac{97 \text{ unidades}}{5}$$

$$nc = 19.4 \text{ unidades}$$

$$\Rightarrow nc = 20 \text{ unidades}$$

- **Tramos para determinar el PCI**

La longitud total del tramo de la vía Mocha-Pinguilí es de 4000m, según el cálculo realizado se obtienen 14 unidades de muestreo de 25m de longitud en intervalos de 5 unidades, se analizarán finalmente 20 unidades de muestreo como se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 26.- Unidades de muestreo para el cálculo de PCI.

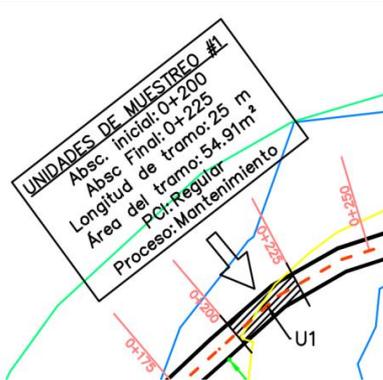
| UNIDAD DE MUESTREO | ABSCISA (m) | | ANCHO DE VIA (m) | | ÁREA (m ²) |
|--------------------|-------------|-------|------------------|-------|------------------------|
| | INICIAL | FINAL | INICIAL | FINAL | |
| 1 | 0+200 | 0+225 | 7.4 | 7.42 | 54.91 |
| 2 | 0+400 | 0+425 | 7.45 | 7.41 | 55.20 |
| 3 | 0+600 | 0+625 | 7.42 | 7.45 | 55.28 |
| 4 | 0+800 | 0+825 | 7.46 | 7.33 | 54.68 |
| 5 | 1+000 | 1+025 | 7.41 | 7.44 | 55.13 |
| 6 | 1+200 | 1+225 | 7.43 | 7.45 | 55.35 |
| 7 | 1+400 | 1+425 | 7.46 | 7.43 | 55.43 |
| 8 | 1+600 | 1+625 | 7.39 | 7.41 | 54.76 |
| 9 | 1+800 | 1+825 | 7.5 | 7.46 | 55.95 |
| 10 | 2+000 | 2+025 | 8.1 | 8.25 | 66.83 |
| 11 | 2+200 | 2+225 | 8.3 | 8.28 | 68.72 |
| 12 | 2+400 | 2+425 | 8.32 | 8.36 | 69.56 |
| 13 | 2+600 | 2+625 | 8.34 | 8.37 | 69.81 |
| 14 | 2+800 | 2+825 | 8.36 | 8.34 | 69.72 |
| 15 | 3+000 | 3+025 | 8.35 | 8.36 | 69.81 |
| 16 | 3+200 | 3+225 | 8.41 | 8.43 | 70.90 |
| 17 | 3+400 | 3+425 | 8.46 | 8.45 | 71.49 |
| 18 | 3+600 | 3+625 | 8.43 | 8.46 | 71.32 |
| 19 | 3+800 | 3+825 | 8.45 | 8.43 | 71.23 |
| 20 | 4+000 | 4+025 | 8.46 | 8.49 | 71.83 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

La evaluación por el método PCI se lo hace mediante la siguiente tabla:

Tabla 27.- Formato para el levantamiento de datos del PCI.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | |
|--|------------|-----------------------------------|-------------------|--|-------|-------------|------------|-------------|----------------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILI-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | ABSCISA INICIAL | K0+200 | AREA DE MUESTREO (m ²) | 54.91 | FECHA | 17/11/2022 | | |
| PESO DE LA MUESTRA: | 1000 | ABSCISA FINAL | K0+225 | ANCHO DE CARRIL (m) | 7.4 | COORDENADAS | X: | 761291.085 | |
| MUESTRA: | Calcata 1 | REVISADO POR | Ing. Milton Aldás | | | | Y: | 9843284.795 | |
| EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | | | | |
| N.- | CÓDIGO | FALLA | UNIDAD | ESQUEMA | | | | | |
| 1 | PC | PIEL DE COCODRILO | m2 |  | | | | | |
| 2 | EX | EXUDACIÓN | m2 | | | | | | |
| 3 | AB | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | m2 | | | | | | |
| 4 | AH | ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | m2 | | | | | | |
| 5 | C | CORRUGACIÓN | m2 | | | | | | |
| 6 | D | DEPRESIÓN | m2 | | | | | | |
| 7 | GB | GRIETA DE BORDE | m | | | | | | |
| 8 | GR | GRIETA DE DEFLEXIÓN DE JUNTA | m | | | | | | |
| 9 | GLT | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | m | | | | | | |
| 10 | DB | DESNIVEL DE CARRIL/BERNA | m | | | | | | |
| 11 | P | PARCHEO | m2 | | | | | | |
| 12 | PA | PULIMIENTO DE AGREGADOS | m2 | | | | | | |
| 13 | HU | HUECOS/BACHES | u | | | | | | |
| 14 | CF | ÁREA NO ASFALTADA/ VÍA FERREA | m2 | | | | | | |
| 15 | AE | AHUELLAMIENTO | m2 | | | | | | |
| 16 | DZ | DESPLAZAMIENTO | m2 | | | | | | |
| 17 | GO | GRIETA PARABÓLICA | m2 | | | | | | |
| 18 | HI | HINCHAMIENTO | m2 | | | | | | |
| 19 | M | DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS | m2 | | | | | | |
| FALLA (#) | SEVERIDAD | | | CANTIDADES PARCIALES | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |
| | | BAJO | MEDIO | ALTO | | | | | |
| 1 | PC | X | | | 1.8 | 0.9 | 1.62 | 2.95 | 20 |
| 1 | AB | | X | | 1.2 | 6 | 7.2 | 13.11 | 30 |
| 3 | P | X | | | 2.5 | 0.75 | 1.875 | 3.41 | 7 |
| 11 | GB | X | | | 0.61 | | 0.61 | 1.11 | 2 |
| VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT) | | | | | | | | | 59 |
| PCI= 100- VDT | | | | | | | | | 41 |
| CONDICION DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | REGULAR |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

A continuación, en la tabla se muestran los resultados obtenidos mediante el método PCI de las 20 unidades de muestreo analizadas:

Tabla 28.- Resultados del método PCI de la vía Mocha-Pingüilí.

| N°. MUESTRA | ABSCISA INICAL | ABSCISA FINAL | ÁREA DEL TRAMO (m2) | PCI POR MUESTRA | CLASIFICACIÓN | INTERVENCIÓN |
|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 0+200 | 0+225 | 54.91 | 41 | REGULAR | MANTENIMIENTO |
| 2 | 0+400 | 0+425 | 55.20 | 61 | BUENO | MANTENIMIENTO |
| 3 | 0+600 | 0+625 | 55.28 | 69 | BUENO | MANTENIMIENTO |
| 4 | 0+800 | 0+825 | 54.68 | 28 | MALO | REHABILITACION |
| 5 | 1+000 | 1+025 | 55.13 | 74 | MUY BUENO | MANTENIMIENTO |
| 6 | 1+200 | 1+225 | 55.35 | 29 | MALO | REHABILITACION |
| 7 | 1+400 | 1+425 | 55.43 | 78 | MUY BUENO | MANTENIMIENTO |
| 8 | 1+600 | 1+625 | 54.76 | 46 | REGULAR | MANTENIMIENTO |
| 9 | 1+800 | 1+825 | 55.95 | 76 | MUY BUENO | MANTENIMIENTO |
| 10 | 2+000 | 2+025 | 66.83 | 59 | BUENO | MANTENIMIENTO |
| 11 | 2+200 | 2+225 | 68.72 | 40 | REGULAR | REHABILITACION |
| 12 | 2+400 | 2+425 | 69.56 | 43 | REGULAR | MANTENIMIENTO |
| 13 | 2+600 | 2+625 | 69.81 | 69 | BUENO | MANTENIMIENTO |
| 14 | 2+800 | 2+825 | 69.72 | 86 | EXCELENTE | MANTENIMIENTO |
| 15 | 3+000 | 3+025 | 69.81 | 79 | MUY BUENO | MANTENIMIENTO |
| 16 | 3+200 | 3+225 | 70.90 | 71 | MUY BUENO | MANTENIMIENTO |
| 17 | 3+400 | 3+425 | 71.49 | 48 | REGULAR | MANTENIMIENTO |
| 18 | 3+600 | 3+625 | 71.32 | 59 | BUENO | MANTENIMIENTO |
| 19 | 3+800 | 3+825 | 71.23 | 88 | EXCELENTE | MANTENIMIENTO |
| 20 | 4+000 | 4+025 | 71.83 | 82 | EXCELENTE | MANTENIMIENTO |
| PROMEDIO | | | | 61.3 | BUENO | MANTENIMIENTO |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

De los resultados obtenidos se determina un promedio de PCI de 61.3 clasificando el estado de la Vía Mocha-Pinguilí como Buena por lo que su intervención debe ser: realizar un mantenimiento adecuado a lo largo de la vía en estudio.

3.1.5 Evaluación del pavimento con ayuda de la Viga Benkelman

La Viga Benkelman es un dispositivo utilizado para medir las deflexiones del pavimento producidas por las cargas que se aplican en la superficie, mediante un ensayo no destructivo. A lo largo de la vía en estudio se realizaron ensayos cada 200m en tres tramos, tomando la temperatura y espesor del pavimento en cada tramo a ensayar.

Tabla 29.- Lectura de deflexiones obtenidas con la Viga Benkelman.

| LEVANTAMIENTO DE DATOS CON LA VIGA BENKELMAN | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|-----------|---|-----|-----|------|------|------|-----------|---------|
| ESTACION | ABSCISA | ESPEJOR | EMPERATUR | LECTURA DEL DEDEFLECTOMETRO IN SITU (x10e ⁻²)mm | | | | | | CARRIL | |
| | (km) | (cm) | (°C) | D0 | D25 | D50 | D100 | D500 | D800 | IZQUIERDO | DERECHO |
| SECCION 1 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0+200 | 5.1 | 28 | 0 | 10 | 15 | 27 | 36 | 46 | | x |
| 2 | 0+400 | 5 | 29 | 0 | 8 | 13 | 16 | 23 | 29 | x | |
| 3 | 0+600 | 5.2 | 27 | 0 | 18 | 29 | 33 | 44 | 52 | | x |
| 4 | 0+800 | 5 | 28 | 0 | 25 | 33 | 49 | 56 | 73 | x | |
| 5 | 1+000 | 5 | 29 | 0 | 15 | 26 | 48 | 51 | 62 | | x |
| 6 | 1+200 | 5 | 28 | 0 | 27 | 34 | 42 | 56 | 75 | x | |
| 7 | 1+400 | 5 | 27 | 0 | 13 | 21 | 28 | 34 | 41 | | x |
| 8 | 1+600 | 5 | 28 | 0 | 15 | 28 | 36 | 42 | 57 | x | |
| 9 | 1+800 | 5 | 28 | 0 | 11 | 17 | 34 | 45 | 52 | | x |
| SECCION 2 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2+000 | 5.1 | 29 | 0 | 13 | 24 | 31 | 43 | 46 | x | |
| 11 | 2+220 | 5 | 29 | 0 | 18 | 26 | 34 | 46 | 55 | | x |
| SECCION 3 | | | | | | | | | | | |
| 12 | 2+400 | 5 | 29 | 0 | 19 | 26 | 37 | 42 | 63 | x | |
| 13 | 2+600 | 5.1 | 27 | 0 | 12 | 23 | 32 | 36 | 43 | | x |
| 14 | 2+800 | 5 | 28 | 0 | 9 | 19 | 28 | 31 | 39 | x | |
| 15 | 3+000 | 5 | 28 | 0 | 11 | 20 | 35 | 42 | 46 | | x |
| 16 | 3+200 | 5 | 28 | 0 | 14 | 22 | 30 | 39 | 55 | x | |
| 17 | 3+400 | 5.2 | 27 | 0 | 12 | 18 | 22 | 33 | 44 | | x |
| 18 | 3+600 | 5 | 28 | 0 | 10 | 16 | 29 | 34 | 53 | x | |
| 19 | 3+800 | 5 | 27 | 0 | 9 | 15 | 25 | 36 | 41 | | x |
| 20 | 4+000 | 5.1 | 27 | 0 | 17 | 23 | 30 | 41 | 63 | x | |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.5.1 Corrección por Relación de Brazos de la Viga Benkelman

Esta corrección se aplica para obtener los valores reales de las deflexiones del pavimento, de acuerdo al extensómetro que se utiliza se debe aplicar una ecuación en función de la relación 1:2, determinado directamente por el equipo y multiplicando por la deflexión recuperable para de esta manera corregir los datos. Esto se realiza mediante la ecuación:

$$D = RB * (Df - Do) \text{ Ec. 4.13}$$

Donde:

D= deflexiones.

RB= relación del brazo de la viga.

Df= Deflexión final.

Do= Deflexión inicial.

$$* D_0 = 2 * (D_{800} - D_0)$$

$$D_0 = 2 * (46 - 0)$$

$$D_0 = 92x10^{-2}mm$$

$$* D_{25} = 2 * (D_{800} - D_{25})$$

$$D_{25} = 2 * (46 - 10)$$

$$D_{25} = 72x10^{-2}mm$$

$$* D_{50} = 2 * (D_{800} - D_{50})$$

$$D_{50} = 2 * (46 - 15)$$

$$D_{25} = 62x10^{-2}mm$$

$$* D_{100} = 2 * (D_{800} - D_{100})$$

$$D_{100} = 2 * (46 - 27)$$

$$\mathbf{D_{100} = 38x10^{-2}mm}$$

$$* D_{500} = 2 * (D_{800} - D_{500})$$

$$D_{500} = 2 * (46 - 36)$$

$$\mathbf{D_{500} = 20x10^{-2}mm}$$

$$* D_{800} = 2 * (D_{800} - D_{800})$$

$$D_{800} = 2 * (46 - 46)$$

$$\mathbf{D_{800} = 0x10^{-2}mm}$$

Tabla 30.- Deflexiones corregidas por Relación de Brazo de la Viga Benkelman.

| LEVANTAMIENTO DE DATOS CON LA VIGA BENKLEMAN | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|-------------|---|-----|-----|------|------|------|-----------|---------|
| ESTACION | ABSCISA | ESPESOR | TEMPERATURA | LECTURA DEL DEDEFLECTOMETRO IN SITU ($\times 10e^{-2}$)mm | | | | | | CARRIL | |
| | (km) | (cm) | (°C) | D0 | D25 | D50 | D100 | D500 | D800 | IZQUIERDO | DERECHO |
| SECCION 1 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0+200 | 5.1 | 28 | 92 | 72 | 62 | 38 | 20 | 0 | | x |
| 2 | 0+400 | 5 | 29 | 58 | 42 | 32 | 26 | 12 | 0 | x | |
| 3 | 0+600 | 5.2 | 27 | 104 | 68 | 46 | 38 | 16 | 0 | | x |
| 4 | 0+800 | 5 | 28 | 146 | 96 | 80 | 48 | 34 | 0 | x | |
| 5 | 1+000 | 5 | 29 | 124 | 94 | 72 | 28 | 22 | 0 | | x |
| 6 | 1+200 | 5 | 28 | 150 | 96 | 82 | 66 | 38 | 0 | x | |
| 7 | 1+400 | 5 | 27 | 82 | 56 | 40 | 26 | 14 | 0 | | x |
| 8 | 1+600 | 5 | 28 | 114 | 84 | 58 | 42 | 30 | 0 | x | |
| 9 | 1+800 | 5 | 28 | 104 | 82 | 70 | 36 | 14 | 0 | | x |
| SECCION 2 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2+000 | 5.1 | 29 | 92 | 66 | 44 | 30 | 6 | 0 | x | |
| 11 | 2+220 | 5 | 29 | 110 | 74 | 58 | 42 | 18 | 0 | | x |
| SECCION 3 | | | | | | | | | | | |
| 12 | 2+400 | 5 | 29 | 126 | 88 | 74 | 52 | 42 | 0 | x | |
| 13 | 2+600 | 5.1 | 27 | 86 | 62 | 40 | 22 | 14 | 0 | | x |
| 14 | 2+800 | 5 | 28 | 78 | 60 | 40 | 22 | 16 | 0 | x | |
| 15 | 3+000 | 5 | 28 | 92 | 70 | 52 | 22 | 8 | 0 | | x |
| 16 | 3+200 | 5 | 28 | 110 | 82 | 66 | 50 | 32 | 0 | x | |
| 17 | 3+400 | 5.2 | 27 | 88 | 64 | 52 | 44 | 22 | 0 | | x |
| 18 | 3+600 | 5 | 28 | 106 | 86 | 74 | 48 | 38 | 0 | x | |
| 19 | 3+800 | 5 | 27 | 82 | 64 | 52 | 32 | 10 | 0 | | x |
| 20 | 4+000 | 5.1 | 27 | 126 | 92 | 80 | 66 | 44 | 0 | x | |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.5.2 Corrección por Efectos de Temperatura

El cambio climático es un factor que puede afectar los resultados tomados con la viga, es por esto que se debe realizar la corrección por efectos de temperatura puesto que además influye directamente en las deflexiones recuperables del pavimento. En el presente estudio se tomará una temperatura promedio de 20°C.

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{D_0}{0.001*(t-20^{\circ}C)*(h)+1} \text{ Ec. 4.14}$$

Donde:

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

D_0 = deflexión recuperable.

t = temperatura del pavimento.

h = espesor de la capa asfáltica.

$$D_{20^{\circ}C} = \frac{92}{0.001 * (28 - 20) * (5.1) + 1}$$

$$D_{20^{\circ}C} = 83.48 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Tabla 31.- Deflexiones Corregidas por Efecto de Temperatura.

| LEVANTAMIENTO DE DATOS CON LA VIGA BENKELMAN | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|-------------|---|-------|-------|-------|-------|------|-----------|---------|
| ESTACION | ABSCISA | ESPESOR | TEMPERATURA | LECTURA DEL DEDEFLECTOMETRO IN SITU ($\times 10e^{-2}$)mm | | | | | | CARRIL | |
| | (km) | (cm) | (°C) | D0 | D25 | D50 | D100 | D500 | D800 | IZQUIERDO | DERECHO |
| SECCION 1 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0+200 | 5.1 | 28 | 83.48 | 69.18 | 59.57 | 36.51 | 19.22 | 0.00 | | x |
| 2 | 0+400 | 5 | 29 | 52.49 | 40.19 | 30.62 | 24.88 | 11.48 | 0.00 | x | |
| 3 | 0+600 | 5.2 | 27 | 94.65 | 65.61 | 44.38 | 36.67 | 15.44 | 0.00 | | x |
| 4 | 0+800 | 5 | 28 | 132.73 | 92.31 | 76.92 | 46.15 | 32.69 | 0.00 | x | |
| 5 | 1+000 | 5 | 29 | 112.22 | 89.95 | 68.90 | 26.79 | 21.05 | 0.00 | | x |
| 6 | 1+200 | 5 | 28 | 136.36 | 92.31 | 78.85 | 63.46 | 36.54 | 0.00 | x | |
| 7 | 1+400 | 5 | 27 | 74.89 | 54.11 | 38.65 | 25.12 | 13.53 | 0.00 | | x |
| 8 | 1+600 | 5 | 28 | 103.64 | 80.77 | 55.77 | 40.38 | 28.85 | 0.00 | x | |
| 9 | 1+800 | 5 | 28 | 94.55 | 78.85 | 67.31 | 34.62 | 13.46 | 0.00 | | x |
| SECCION 2 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2+000 | 5.1 | 29 | 83.10 | 63.10 | 42.07 | 28.68 | 5.74 | 0.00 | x | |
| 11 | 2+220 | 5 | 29 | 99.55 | 70.81 | 55.50 | 40.19 | 17.22 | 0.00 | | x |
| SECCION 3 | | | | | | | | | | | |
| 12 | 2+400 | 5 | 29 | 114.03 | 84.21 | 70.81 | 49.76 | 40.19 | 0.00 | x | |
| 13 | 2+600 | 5.1 | 27 | 78.40 | 59.86 | 38.62 | 21.24 | 13.52 | 0.00 | | x |
| 14 | 2+800 | 5 | 28 | 70.91 | 57.69 | 38.46 | 21.15 | 15.38 | 0.00 | x | |
| 15 | 3+000 | 5 | 28 | 83.64 | 67.31 | 50.00 | 21.15 | 7.69 | 0.00 | | x |
| 16 | 3+200 | 5 | 28 | 100.00 | 78.85 | 63.46 | 48.08 | 30.77 | 0.00 | x | |
| 17 | 3+400 | 5.2 | 27 | 80.09 | 61.75 | 50.17 | 42.45 | 21.23 | 0.00 | | x |
| 18 | 3+600 | 5 | 28 | 96.36 | 82.69 | 71.15 | 46.15 | 36.54 | 0.00 | x | |
| 19 | 3+800 | 5 | 27 | 74.89 | 61.84 | 50.24 | 30.92 | 9.66 | 0.00 | | x |
| 20 | 4+000 | 5.1 | 27 | 114.87 | 88.83 | 77.24 | 63.73 | 42.48 | 0.00 | x | |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.5.3 Corrección por efectos de Estacionalidad

Un punto importante a tomar en cuenta para medir las deflexiones de un pavimento es considerar la estación más desfavorable del año, siendo la lluviosa considerada la más perjudicial puesto que el pavimento tiene un comportamiento diferente, para ello se ha determinado un rango de factores considerados para realizar la corrección por efectos de estacionalidad, estos rangos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 32.- Factores de corrección por efectos de 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 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

$$D = 1.2 * D_{20^{\circ}C} \text{ Ec. 4.15}$$

Donde:

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

D = deflexión corregida por estacionalidad.

$$D = 1.2 * 83.48 \times 10^{-2} mm$$

$$D = 100.18 \times 10^{-2} mm$$

Tabla 33.- Deflexiones corregidas por efectos de Estacionalidad.

| LEVANTAMIENTO DE DATOS CON LA VIGA BENKELMAN | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|-------------|---|--------|-------|-------|-------|------|-----------|---------|
| ESTACION | ABSCISA | ESPESOR | TEMPERATURA | LECTURA DEL DEDEFLECTOMETRO IN SITU ($\times 10e^{-2}$)mm | | | | | | CARRIL | |
| | (km) | (cm) | (°C) | D0 | D25 | D50 | D100 | D500 | D800 | IZQUIERDO | DERECHO |
| SECCION 1 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0+200 | 5.1 | 28 | 100.18 | 83.01 | 71.48 | 43.81 | 23.06 | 0.00 | | x |
| 2 | 0+400 | 5 | 29 | 62.99 | 48.23 | 36.75 | 29.86 | 13.78 | 0.00 | x | |
| 3 | 0+600 | 5.2 | 27 | 113.58 | 78.73 | 53.26 | 44.00 | 18.53 | 0.00 | | x |
| 4 | 0+800 | 5 | 28 | 159.27 | 110.77 | 92.31 | 55.38 | 39.23 | 0.00 | x | |
| 5 | 1+000 | 5 | 29 | 134.66 | 107.94 | 82.68 | 32.15 | 25.26 | 0.00 | | x |
| 6 | 1+200 | 5 | 28 | 163.64 | 110.77 | 94.62 | 76.15 | 43.85 | 0.00 | x | |
| 7 | 1+400 | 5 | 27 | 89.86 | 64.93 | 46.38 | 30.14 | 16.23 | 0.00 | | x |
| 8 | 1+600 | 5 | 28 | 124.36 | 96.92 | 66.92 | 48.46 | 34.62 | 0.00 | x | |
| 9 | 1+800 | 5 | 28 | 113.45 | 94.62 | 80.77 | 41.54 | 16.15 | 0.00 | | x |
| SECCION 2 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2+000 | 5.1 | 29 | 99.72 | 75.72 | 50.48 | 34.42 | 6.88 | 0.00 | x | |
| 11 | 2+220 | 5 | 29 | 119.46 | 84.98 | 66.60 | 48.23 | 20.67 | 0.00 | | x |
| SECCION 3 | | | | | | | | | | | |
| 12 | 2+400 | 5 | 29 | 136.83 | 101.05 | 84.98 | 59.71 | 48.23 | 0.00 | x | |
| 13 | 2+600 | 5.1 | 27 | 94.08 | 71.84 | 46.35 | 25.49 | 16.22 | 0.00 | | x |
| 14 | 2+800 | 5 | 28 | 85.09 | 69.23 | 46.15 | 25.38 | 18.46 | 0.00 | x | |
| 15 | 3+000 | 5 | 28 | 100.36 | 80.77 | 60.00 | 25.38 | 9.23 | 0.00 | | x |
| 16 | 3+200 | 5 | 28 | 120.00 | 94.62 | 76.15 | 57.69 | 36.92 | 0.00 | x | |
| 17 | 3+400 | 5.2 | 27 | 96.10 | 74.10 | 60.21 | 50.95 | 25.47 | 0.00 | | x |
| 18 | 3+600 | 5 | 28 | 115.64 | 99.23 | 85.38 | 55.38 | 43.85 | 0.00 | x | |
| 19 | 3+800 | 5 | 27 | 89.86 | 74.20 | 60.29 | 37.10 | 11.59 | 0.00 | | x |
| 20 | 4+000 | 5.1 | 27 | 137.84 | 106.59 | 92.69 | 76.47 | 50.98 | 0.00 | x | |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.5.4 Cálculo del radio de curvatura

Con ayuda de este cálculo se puede determinar la magnitud que tendrá la deformación lineal por tracción de las capas elásticas del pavimento al ser flexionadas por cargas de tránsito, también mediante este cálculo se puede determinar la relación que existe entre las deflexiones calculadas y el pavimento de la vía.

$$R_c = \frac{3125}{D_0 - D_{25}} Ec. 4.16$$

Done:

R_c = Radio de curvatura.

D_0 = deflexión máxima a 0 metros.

D_{25} = deflexión a 0.25 m del eje de carga.

$$R_c = \frac{3125}{100.18 - 83.01}$$

$$R_c = 182.02 \times 10^{-2} mm$$

Tabla 34.- Radios de Curvatura.

| ESTACIÓN | ABSCISA (Km) | CARRIL | | Dc(X 10 ⁻² mm) | | RADIO DE CURVATURA |
|------------------|--------------|-----------|---------|---------------------------|-----------------|--------------------|
| | | IZQUIERDO | DERECHO | D ₀ | D ₂₅ | |
| SECCION 1 | | | | | | |
| 1 | 0+200 | | x | 100.18 | 83.01 | 182.02 |
| 2 | 0+400 | x | | 62.99 | 48.23 | 211.77 |
| 3 | 0+600 | | x | 113.58 | 78.73 | 89.68 |
| 4 | 0+800 | x | | 159.27 | 110.77 | 64.43 |
| 5 | 1+000 | | x | 134.66 | 107.94 | 116.96 |
| 6 | 1+200 | x | | 163.64 | 110.77 | 59.11 |
| 7 | 1+400 | | x | 89.86 | 64.93 | 125.32 |
| 8 | 1+600 | x | | 124.36 | 96.92 | 113.88 |
| 9 | 1+800 | | x | 113.45 | 94.62 | 165.88 |
| SECCION 2 | | | | | | |
| 10 | 2+000 | x | | 99.72 | 75.72 | 130.23 |
| 11 | 2+220 | | x | 119.46 | 84.98 | 90.63 |
| SECCION 3 | | | | | | |
| 12 | 2+400 | x | | 136.83 | 101.05 | 87.34 |
| 13 | 2+600 | | x | 94.08 | 71.84 | 140.46 |
| 14 | 2+800 | x | | 85.09 | 69.23 | 197.03 |
| 15 | 3+000 | | x | 100.36 | 80.77 | 159.48 |
| 16 | 3+200 | x | | 120.00 | 94.62 | 123.11 |
| 17 | 3+400 | | x | 96.10 | 74.10 | 142.03 |
| 18 | 3+600 | x | | 115.64 | 99.23 | 190.48 |
| 19 | 3+800 | | x | 89.86 | 74.20 | 199.55 |
| 20 | 4+000 | x | | 137.84 | 106.59 | 100.00 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.5.5 Cálculo de Deflexión Característica

Este cálculo tiene como objetivo de conocer la caracterización representativa del pavimento a través de los valores obtenidos en el análisis de deformaciones. Para este cálculo se recomienda utilizar un valor de diseño con un 95% de probabilidad y con el 5% de superación del área en estudio, se considera que la deflexión supera a la deflexión característica.

$$D_c = \check{D} + t * \sigma \text{ Ec. 4.17}$$

Donde:

D_c = deflexión característica.

\check{D} = deflexión promedio D_0 .

t= probabilidad de que se presenten deflexiones que superan a la deflexión característica.

σ = desviación estándar.

Tabla 35.- Valores de diseño

| Valor de diseño | Dc | Área D>Dc % |
|-----------------|------------------------------|-------------|
| 50 | D | 50 |
| 75 | $\check{D} + 0.674 * \sigma$ | 25 |
| 85 | $\check{D} + \sigma$ | 75 |
| 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 |

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

Realizado por: Lenin Lara

Tabla 36.- Desviación estándar de Máximas Deflexiones Recuperables.

| ESTACIÓN | ABSCISA (Km) | Do | (Dm-Do) | (Dm-Do) ² |
|------------------|--------------|--------|------------|----------------------|
| SECCION 1 | | | | |
| 1 | 0+200 | 100.18 | 12.67 | 160.48 |
| 2 | 0+400 | 62.99 | 49.86 | 2486.34 |
| 3 | 0+600 | 113.58 | -0.73 | 0.53 |
| 4 | 0+800 | 159.27 | -46.42 | 2155.11 |
| 5 | 1+000 | 134.66 | -21.81 | 475.72 |
| 6 | 1+200 | 163.64 | -50.79 | 2579.30 |
| 7 | 1+400 | 89.86 | 22.99 | 528.38 |
| 8 | 1+600 | 124.36 | -11.51 | 132.57 |
| 9 | 1+800 | 113.45 | -0.60 | 0.37 |
| SECCION 2 | | | | |
| 10 | 2+000 | 99.72 | 13.13 | 172.39 |
| 11 | 2+200 | 119.46 | -6.61 | 43.66 |
| SECCION 3 | | | | |
| 12 | 2+400 | 136.83 | -23.98 | 575.18 |
| 13 | 2+600 | 94.08 | 18.77 | 352.17 |
| 14 | 2+800 | 85.09 | 27.76 | 770.54 |
| 15 | 3+000 | 100.36 | 12.49 | 155.90 |
| 16 | 3+200 | 120.00 | -7.15 | 51.13 |
| 17 | 3+400 | 96.10 | 16.74 | 280.39 |
| 18 | 3+600 | 115.64 | -2.79 | 7.77 |
| 19 | 3+800 | 89.86 | 22.99 | 528.38 |
| 20 | 4+000 | 137.84 | -24.99 | 624.67 |
| PROMEDIO | | 112.85 | Σ : | 12080.97 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \check{D})^2}{(n-1)}} \text{ Ec. 4.18}$$

Donde:

σ = desviación estándar.

D_i = deflexión recuperable máxima corregida.

\check{D} = deflexión media

n = número de datos.

$$\sigma = \sqrt{\frac{12080.97}{(20 - 1)}}$$

$$\sigma = 25.22$$

Según CONREVIAl:

$$D_c = \check{D} + 1.645 * \sigma \text{ Ec. 4.19}$$

$$D_c = 112.85 + 1.645 * 25.22$$

$$D_c = 154.33 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.6 Deflexión Admisible

La deflexión admisible manifiesta el comportamiento del tramo de la vía, se calcula en base al tráfico de diseño y se la obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{W_{18}}\right)^{\frac{1}{4}} * 100 \text{ Ec. 4.20}$$

Donde:

D_{adm} = deflexión admisible en milímetros.

W_{18} = número de ejes equivalentes para un período de 20 años.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{0.196097}\right)^{\frac{1}{4}} * 100$$

$$D_{adm} = 155.62 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

3.1.5.7 Deflexión Crítica

Se obtiene a partir de los ejes equivalentes acumulados y se genera cuando la capa de rodadura llega a su período de servicio.

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{W_{18}}\right)^{\frac{1}{5.3}} * 100 \text{ Ec. 4.21}$$

Donde:

D_{cr} = deflexión crítica en milímetros.

W_{18} = número de ejes equivalentes para un período de 20 años.

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{0.196097}\right)^{\frac{1}{5.3}} * 100$$

$$D_{cr} = 153.49x10^{-2}mm$$

Basados en el método CONREVIAl y una vez obtenidos los datos de deflexiones y radios de curvatura se procede a comparar estos datos para determinar el tipo de deflexión que existe en el tramo de la vía Mocha-Pingulí.

Tabla 37.- Tipos de deflexiones.

| Tipo de deflexión | Datos deflectométricos | Calidad Estructural | Estudios complementarios | Criterios para refuerzo | Medidas correctivas |
|-------------------|------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| I | $D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$ | Buena | No | | Correcciones de superficie |
| II | $D_p > D_a$ $R \geq 100$ | Si $D_p < 3$ D_{adm} Regular | No | Deflectométrico | Refuerzo |
| | | Si $D_p > 3$ D_{adm} Regular | Si | Deflectométrico, Resistencia | Refuerzo o reconstrucción |
| III | $D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$ | Regular a mala | Si | Resistencia | Refuerzo o reconstrucción |
| IV | $D_p < D_{adm}$ $R < 100$ | Mala | Si | Resistencia | Refuerzo o reconstrucción |
| V | | Mala, el pavimento presenta $IGG > 1800$ | Si | Resistencia | Reconstrucción |

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

Realizado por: Lenin Lara

3.1.6 Viga Benkelman

En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos del estudio realizado con la Viga Benkelman.

Tabla 38.- Deflexiones de la Vía Mocha-Pinguilí.

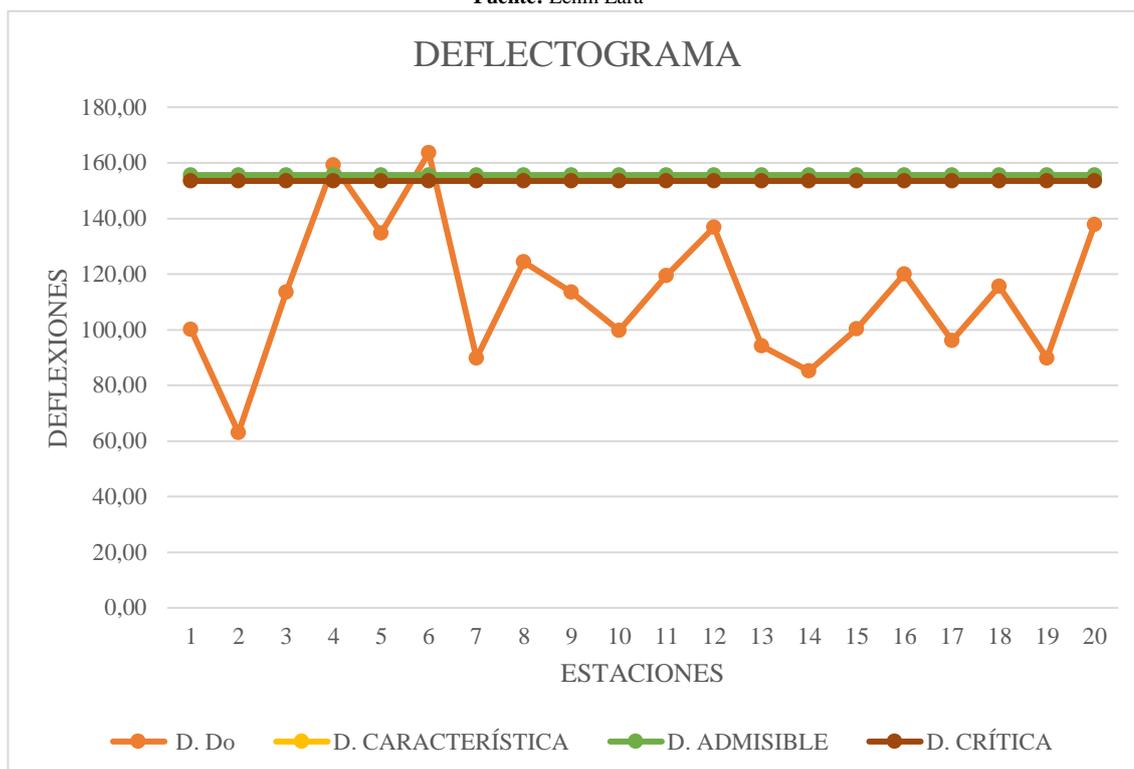
| ESTACIÓN | ABSCISA (Km) | CARRIL | | Do | RADIO DE CURVATURA | DEFLEXIONES ($\times 10^{-2}$ mm) | | | TIPO DE DEFLEXIÓN | COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE | COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO |
|----------|--------------|-----------|---------|--------|--------------------|------------------------------------|----------------|-----------|-------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | | IZQUIERDO | DERECHO | | | A | CARACTERÍSTICA | ADMISIBLE | | | |
| 1 | 0+200 | | x | 100.18 | 182.02 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 2 | 0+400 | x | | 62.99 | 211.77 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 3 | 0+600 | | x | 113.58 | 89.68 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 3 | BUENO | REGULAR |
| 4 | 0+800 | x | | 159.27 | 64.43 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 3 | BUENO | REGULAR |
| 5 | 1+000 | | x | 134.66 | 116.96 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 6 | 1+200 | x | | 163.64 | 59.11 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 3 | BUENO | REGULAR |
| 7 | 1+400 | | x | 89.86 | 125.32 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 8 | 1+600 | x | | 124.36 | 113.88 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 9 | 1+800 | | x | 113.45 | 165.88 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 10 | 2+000 | x | | 99.72 | 130.23 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 11 | 2+200 | | x | 119.46 | 90.63 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 3 | BUENO | REGULAR |
| 12 | 2+400 | x | | 136.83 | 87.34 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 3 | BUENO | REGULAR |
| 13 | 2+600 | | x | 94.08 | 140.46 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 14 | 2+800 | x | | 85.09 | 197.03 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 15 | 3+000 | | x | 100.36 | 159.48 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 16 | 3+200 | x | | 120.00 | 123.11 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 17 | 3+400 | | x | 96.10 | 142.03 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 18 | 3+600 | x | | 115.64 | 190.48 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 19 | 3+800 | | x | 89.86 | 199.55 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |
| 20 | 4+000 | x | | 137.84 | 100.00 | 154.33 | 155.62 | 153.49 | TIPO 1 | BUENO | BUENO |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

Figura 12.- Deflectograma de la Vía Mocha-Pinguilí.

Fuente: Lenin Lara



Realizado por: Lenin Lara

Después de realizar un estudio detallado con ayuda de la viga Benkelman, se determinó que las deflexiones presentes en el tramo de la vía en estudio son de Tipo I esto se debe a que las deflexiones características son menores que las deflexiones admisibles lo que indica que la calidad estructural de la subrasante es buena.

3.1.7 Estudio de Suelos

Este estudio es muy importante para determinar las características físicas y mecánicas del suelo en el que se construye la vía y determinar si éste cumple las condiciones aptas para garantizar la vida útil de la vía.

Para la obtención de muestras se realizaron excavaciones manuales a cielo abierto de calicatas de 1.0m x 1.0m con una profundidad de 1.0m, dos por cada kilómetro, estas muestras se secaron a temperatura ambiente y posteriormente fueron llevadas al laboratorio de Suelos para realizar los distintos ensayos como son: granulometría, límites de Atterberg, proctor modificado tipo B y CBR. A continuación, se detallan las coordenadas de los pozos a cielo abierto de los que se obtuvieron las muestras de suelo.

Tabla 39.- Ubicación de calicatas para obtención de muestra de suelos.

| N°. Calicata | Abscisa | Coordenadas | | Profundidad (m) |
|--------------|---------|-------------|------------|--------------------|
| | | Norte | Este | |
| 1 | K0+200 | 9843269,72 | 761282,103 | 1.00 |
| 2 | K0+600 | 9843380,57 | 761656,125 | 1.00 |
| 3 | K1+400 | 9843808,12 | 762272,752 | 1.00 |
| 4 | K1+800 | 9844097,42 | 762517,772 | 1.00 |
| 5 | K2+300 | 9844436,5 | 762876,67 | 1.00 |
| 6 | K2+600 | 9844660,12 | 763079,288 | 1.00 |
| 7 | K3+200 | 9845089,16 | 763475,006 | 1.00 |
| 8 | K3+600 | 9845391,63 | 763751,181 | 1.00 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.7.1 Análisis Granulométrico

Este método permite separar el grano fino del grano grueso, es decir clasifica el suelo en función del tamaño de sus partículas. Para este fin se utilizaron tamices con abertura de 2” hasta el tamiz #4, de las 8 muestras de suelo en ningún caso se observó retención de grano grueso, por lo que se procedió a tamizar nuevamente la muestra de suelo esta vez con tamices redondos desde el #8 hasta el #200 para optimizar los resultados, los resultados de este estudio se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 40.- Resultados Análisis Granulométrico.

| CALICATA # | CLASIFICACIÓN | | | TIPO DE SUELO |
|---------------|---------------|-------|-------|----------------------------------|
| | GRAVA | ARENA | FINOS | |
| 1 | 0% | 81% | 19% | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| 2 | 0% | 76% | 24% | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| 3 | 0% | 79% | 21% | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| 4 | 0% | 82% | 18% | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| 5 | 0% | 71% | 29% | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| 6 | 0% | 82% | 18% | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| 7 | 0% | 86% | 14% | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| 8 | 0% | 71% | 29% | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.7.2 Límites de Atterberg

- **Límite Líquido**

Este ensayo se realiza con ayuda de la copa Casagrande, consiste en mezclar una porción de muestra de suelo con agua en una cantidad adecuada y colocarla en la copa Casagrande, se divide la muestra por la mitad en dos partes y finalmente con el equipo contar el número de golpes necesarios para unir nuevamente a la muestra. Finalmente se extraen dos porciones de suelo para obtener su contenido de humedad.

- **Límite plástico**

Para la realización de este ensayo se tomó una muestra de suelo de aproximadamente 300gr, con ayuda de una placa de vidrio se formaron rollos de suelo de aproximadamente 4cm de longitud y 3mm de diámetro de los cuales se procede a determinar su contenido de humedad. En la tabla a continuación se muestran los resultados de los ensayos detallados anteriormente.

Tabla 41.- Resultados de los Límites de Atterberg.

| MUESTRA | LÍMITE LÍQUIDO (LL%) | LÍMITE PLÁSTICO (LP%) | ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP%) |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 22.43 | 20.59 | 1.83 |
| 2 | 25.27 | 23.10 | 2.16 |
| 3 | 25.45 | 21.70 | 3.80 |
| 4 | 28.85 | 25.97 | 2.89 |
| 5 | 26.72 | 22.80 | 3.92 |
| 6 | 24.33 | 22.59 | 1.74 |
| 7 | 23.25 | 22.73 | 0.52 |
| 8 | 23.22 | 22.20 | 1.02 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.7.3 Proctor Modificado Tipo B

Para determinar la densidad seca y el contenido óptimo de humedad se procede a realizar el ensayo de proctor modificado para ello se toma una muestra representativa de suelo a la que se le añade agua hasta obtener una mezcla homogénea, esta muestra se coloca dentro de un molde metálico en 5 capas que fueron compactadas por 56

golpes con ayuda de un martillo compactador de peso 10 libras. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla N°29, mismo que serán utilizados para el ensayo CBR.

Tabla 42.- Resultados del ensayo Proctor Modificado.

| Calicata # | Tipo de suelo | Densidad Seca γ_d gr/cm ³ | Humedad Óptima W_{op} (%) |
|------------|----------------------------------|--|--------------------------------|
| 1 | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD | 1.29 | 17.00 |
| 2 | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD | 1.47 | 17.00 |
| 3 | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD | 1.67 | 16.00 |
| 4 | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD | 1.30 | 17.00 |
| 5 | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD | 1.26 | 17.00 |
| 6 | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD | 1.47 | 19.00 |
| 7 | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD | 1.34 | 15.00 |
| 8 | ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD | 1.34 | 14.00 |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.7.4 Ensayo de Relación de Soporte California CBR

Con el objetivo de determinar la resistencia al corte de cada una de las muestras de suelo ensayadas se procede a realizar el ensayo CBR mediante la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo obtenidos anteriormente, los resultados permitieron clasificar el suelo y establecer su uso para el proyecto.

La siguiente tabla contiene la clasificación de los suelos en base al CBR.

Tabla 43.- Clasificación de suelos mediante el CBR.

| CBR% | CLASIFICACIÓN | USO |
|-------------|----------------------|------------|
| 2-5 | Muy Mala | Subrasante |
| 5-8 | Mala | Subrasante |
| 8-20 | Regular-Buena | Subrasante |
| 20-30 | Excelente | Subrasante |
| 30-60 | Buena | Subbase |
| 60-80 | Buena | Base |
| 80-100 | Excelente | Base |

Fuente: AASHTO-93, Diseño de pavimentos.

Realizado por: Lenin Lara

Tabla 44.- Resultados del ensayo CBR.

| Muestra | CBR% | Clasificación | usos |
|----------------|-------------|----------------------|-------------|
| 1 | 17 | Regular - Buena | Subrasante |
| 2 | 14.4 | Regular - Buena | Subrasante |
| 3 | 21 | Excelente | Subrasante |
| 4 | 16.6 | Regular - Buena | Subrasante |
| 5 | 16.1 | Regular - Buena | Subrasante |
| 6 | 47.5 | Buena | Subrasante |
| 7 | 23.7 | Excelente | Subrasante |
| 8 | 23 | Excelente | Subrasante |

Fuente: Lenin Lara

Realizado por: Lenin Lara

3.1.8 Conservación vial

El presente tramo de vía ha sido muy importante para el cantón mocha debido a que gran parte de sus habitantes son comerciantes y productores pequeños lo que ha servido para que puedan trasladar sus productos a distintas parroquias y cantones aledaños. Es por ello que los estudios realizados en este proyecto técnico permiten conocer las necesidades que llega a presentar este tramo de vía, es así que gracias a dichos ensayos dan lugar a proponer un plan de conservación vial en el cual se plantearan las actividades que se necesitan establecer para que la vía tenga las

condiciones tanto seguras y cómodas para su correcto funcionamiento y que los usuarios puedan transitar sin ningún contratiempo

3.1.8.1 Plan de conservación vial con valores obtenidos del PCI

De acuerdo a los resultados obtenidos del PCI de los 4km de la vía se determinó un valor promedio de PCI de 61.3 y de acuerdo con el método utilizado se la identifica como “Buena” y con una intervención de “Mantenimiento”.

Tabla 45.-Tipos de fallas identificados en la vía en estudio.

| Tipo de falla | Abscisas | | Área a intervenir | Unidad | Solución |
|--------------------------------|-----------------|---------------|-------------------|----------------|--|
| | Abscisa inicial | Abscisa final | | | |
| Piel de Cocodrilo | 0+200 | 0+225 | 1,62 | m ² | Sobre carpeta o sellado superficial. Parcheo superficial o si es el caso en toda la profundidad |
| | 0+400 | 0+425 | 0,35 | m ² | |
| | 0+800 | 0+825 | 2,58 | m ² | |
| | 1+400 | 1+425 | 0,97 | m ² | |
| | 1+600 | 1+625 | 1,99 | m ² | |
| | 1+800 | 1+825 | 1,05 | m ² | |
| | 2+000 | 2+025 | 1,08 | m ² | |
| | 2+200 | 2+225 | 2,29 | m ² | |
| | 2+600 | 2+625 | 1,72 | m ² | |
| | 2+800 | 2+825 | 0,64 | m ² | |
| | 3+000 | 3+025 | 1,2 | m ² | |
| | 3+200 | 3+225 | 1,51 | m ² | |
| | 3+600 | 3+625 | 0,63 | m ² | |
| 4+000 | 4+025 | 0,83 | m ² | | |
| Agrietamiento en bloque | 0+200 | 0+225 | 7,2 | m ² | Bacheo + sellado con material bituminoso de la superficie en mal estado. |
| | 0+400 | 0+425 | 1,75 | m ² | |
| | 0+600 | 0+625 | 3,25 | m ² | |
| | 0+800 | 0+825 | 5,42 | m ² | |
| | 1+000 | 1+025 | 2,13 | m ² | |
| | 1+200 | 1+225 | 1,88 | m ² | |
| | 1+400 | 1+425 | 0,77 | m ² | |

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|----------------|--|
| | 1+800 | 1+825 | 0,67 | m ² | |
| | 2+000 | 2+025 | 0,45 | m ² | |
| | 3+400 | 3+425 | 0,97 | m ² | |
| Parcheo | 0+200 | 0+225 | 1,88 | m ² | Sustitución o cambio de parches. |
| | 0+600 | 0+625 | 1,76 | m ² | |
| | 1+200 | 1+225 | 2,94 | m ² | |
| | 2+400 | 2+425 | 0,86 | m ² | |
| | 3+200 | 3+225 | 0,64 | m ² | |
| | 3+400 | 3+425 | 3,23 | m ² | |
| Grieta de Borde | 0+200 | 0+225 | 0,61 | m | Recapeado con mezcla bituminosa en caliente. |
| | 0+400 | 0+425 | 0,34 | m | |
| | 1+200 | 1+225 | 0,8 | m | |
| | 2+800 | 2+825 | 0,54 | m | |
| | 3+000 | 3+025 | 1,25 | m | |
| Grieta Longitudinal y Transversal | 0+800 | 0+825 | 3,6 | m | Sellado con asfalto liquido en las fisuras. Realizar escarificación |
| | 1+000 | 1+025 | 4,6 | m | |
| | 1+600 | 1+625 | 13 | m | |
| | 2+000 | 2+025 | 2,5 | m | |
| | 2+200 | 2+225 | 18,6 | m | |
| | 3+000 | 3+025 | 2,64 | m | |
| | 3+200 | 3+225 | 2,33 | m | |
| | 3+600 | 3+625 | 2,71 | m | |
| | 3+800 | 3+825 | 2,7 | m | |
| | 4+000 | 4+025 | 2,1 | m | |
| Meteorización Desprendimiento de agregados | 2+200 | 2+225 | 0,193 | m ² | Aplicación con emulsión bituminosa. |
| | 2+800 | 2+825 | 0,09 | m ² | |
| Huecos | 1+200 | 1+225 | 3 | u | Parcheo superficial o total. |
| | 2+400 | 2+425 | 2 | u | |
| | 3+400 | 3+425 | 1 | u | |
| | 3+600 | 3+625 | 1 | u | |
| Vía férrea | 2+400 | 2+425 | 6,74 | m ² | |

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|------|----------------|--|
| Abultamiento y Hundimiento | 3+400 | 3+425 | 0,09 | m ² | Mejorar condiciones de drenaje. Bacheo parcial/superficial |
|-----------------------------------|-------|-------|------|----------------|--|

3.1.8.2 Plan de conservación vial conforme a las deflexiones obtenidas de la Viga Benkelman.

Para evaluar la estructura de la capa de rodadura del tramo de vía en estudio se utilizó el método CONREVIAL, el cual detalla que se debe comparar entre deflexión máxima y radio de curvatura. Es así que de acuerdo a la tabla 37 determina que desde la abscisa k0+000 hasta k4+000 se tiene deflexiones de tipo I lo que indica un comportamiento Bueno de toda la estructura del pavimento. Es por ello que se necesita únicamente realizar un mantenimiento y un tratamiento superficial en la misma.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- ✓ Se realizó el levantamiento topográfico georreferenciado de la vía Mocha – Pinguilí en el tramo de la abscisa K0+000 hasta la abscisa K4+000 de la provincia de Tungurahua, se obtuvo 1014 puntos con sus coordenadas y elevaciones respectivas, con una longitud de 4km total de la vía y un ancho promedio de 7,84m con dos sentidos de tránsito; mismos datos que fueron necesarios y utilizados para generar un modelo digital en el software Civil 3D para representar la vía en planos.
- ✓ Se obtuvo un TPDA en el tramo del proyecto tiene como resultado 1050 vehículos/día, y según la MOP 2003 se la clasifica como vía colectora clase II, con un tráfico atraído de 105 vehículos/día es por ello que con una proyección a 20 años corresponde a 1924 vehículos/día, lo que significa que no es necesaria realizar una ampliación de la vía porque si satisfacen el flujo de vehículos tanto actual como proyectado.
- ✓ Al ensayar las muestras de suelo extraídas de las calicatas tanto por granulometría y límites de atterberg, se clasificó al mismo mediante la norma SUCS como una arena limosa de baja plasticidad. Y se determinó a través de los ensayos de las 8 calicatas los valores de CBR los cuales son 17%, 14.4%, 21%, 16.6%, 16.1%, 47.5%, 23.7%, 23%; mismos resultados que de acuerdo a la AASHTO – 93 la estructura de la base y subrasante se encuentran en un rango de excelente.
- ✓ Se evaluó la condición actual de la capa de rodadura de la vía se analizó 20 muestras por medio del método Índice de Condición de Pavimento (PCI), obteniendo como resultado un valor de PCI promedio de 61.3, mismo que se

encuentra en el rango 56-70 clasificándolo como un pavimento Bueno, por lo que se considera como intervención un mantenimiento y mejoramiento superficial a lo largo de la misma. Una vez analizado e interpretado los datos obtenidos tanto en campo como en laboratorio se concluye que el tramo de vía en estudio se encuentra en buen estado con excepción de algunos tramos en los que existen fallas que se pueden reducir con un mantenimiento de rutina cada determinado periodo de tiempo tratando que sea mínimo una vez por año.

- ✓ Se determino a través del ensayo de la Viga Benkelman que las deflexiones en su mayoría son de tipo I, con una deflexión característica de 154.33×10^{-2} mm y con una deflexión admisible de 155.62×10^{-2} mm, por lo que se considera que el comportamiento de la subrasante es buena debido a su comportamiento estructural, por otro lado se comprueba que el comportamiento del radio de curvatura en la mayor parte de sus estaciones sobrepasa a 100.

4.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda que el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mocha realice un inventario vial actual para que se contemple estudios de mantenimiento rutinario esto con el objeto de conservarla en un estado idóneo evitando así mantenimientos mayores en un futuro, todo esto para precautelar la seguridad de los usuarios de la misma.
- ✓ Se recomienda que para determinar el PCI se usen manuales en donde se representen los daños de la capa asfáltica ya que ahí se indican como hacer las consideraciones de severidad y se obtendrán datos exactos para el proyecto.
- ✓ Se recomienda impulsar el estudio y enseñanza de la Viga Benkelman en la facultad ya que al ser un ensayo no destructivo permite obtener resultados en ese momento.
- ✓ Se recomienda usar equipos de seguridad al realizar los ensayos en campo como casco, conos, etc. mientras se realiza la recolección de datos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. Álvarez, Análisis y estudio de la red vial pavimentada de la I región utilizando el sistema computacional dTIMS, Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2008.
- [2] V. Paredes y R. Rodriguez, Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la provincia de Chimborazo, Ambato, 2011.
- [3] D. Gonzales, Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito, Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello, 2018.
- [4] D. Guashca, Implementación de un proceso de conservación para la estructura de la capa de rodadura de la vía Lasso-Toacazo en el gtramo de la abscisa 0+00 hasta 4+010 de la provincia de Cotopaxi, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [5] J. Tomala y J. Laica, Mantenimiento de la capa de rodadura de concreto asfáltico en un pavimento flexible, Guayaquil: Politécnica del Litoral.
- [6] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, Norma para Estudios y Diseños Viales, Quito: NEVI-12, 2013.
- [7] W. Navarro, Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del cantón Santo Domingo, Santo Domingo: PUCE, 2016.
- [8] S. Ibañez, J. Gisbert y H. Ramon, «Sistema de Coordenadas Geográficas,» 2010. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8931/Coordenadas%20geogr%C3%A1ficas.pdf>. [Último acceso: 09 09 2022].
- [9] M. Morea y J. Huerta, «Sistema de Información Geográfica,» [En línea]. Available: file:///C:/Users/USER/Downloads/Ponencia_130.pdf. [Último acceso: 09 septiembre 2022].
- [10] O. Santana, F. Gomez, N. López, J. Saenz y A. Espinoza, «Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de drones,» *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, n° 2020, pp. 1,2, 2020.
- [11] H. Del Pozo, Ley sistema nacional de infraestructura vial transporte terrestre, Quito, 2017.
- [12] C. Giordani y D. Leone, «Pavimentos,» Universidad Tecnológica Nacional, [En línea]. Available:

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf. [Último acceso: 27 agosto 2022].

- [13] K. Cevallos, Pavimentos, Manabí: Universidad Técnica de Manabí, 2021.
- [14] M. Tapia, Pavimentos, México: DECDFI.
- [15] A. Garzon y L. Hernández, Cartilla-guía ilustrativa del proceso constructivo de pavimento flexible para bajos volúmenes de tránsito, Repository unipiloto.
- [16] C. Martínez, Análisis del ciclo de vida de los pavimentos asfálticos, Bogotá: Universidad Nueva Granada, 2015.
- [17] M. Niola, Análisis de las fallas del pavimento flexible de la avenida Arizaga en nueve de mayo y Ayacucho, Machala: Universidad Técnica de Machala, 2015.
- [18] MOP, Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003.
- [19] J. Cárdenas, Diseño geométrico de carreteras, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.
- [20] S. Villanueva, «COO VÍAS,» mayo 2021. [En línea]. Available: <https://coovias.com/la-importancia-de-la-mecanica-de-suelos-en-obras-de-carreteras/>. [Último acceso: 29 agosto 2022].
- [21] Secretaría de Comunicación y Transporte, «Método de muestreo a prueba de materiales,» [En línea]. Available: <http://normas.imt.mx/normativa/M-MMP-1-1-03.pdf>. [Último acceso: 21 septiembre 2022].
- [22] D. Escobar, Geomecánica, Colombia, 2016.
- [23] B. Juárez, Mecánica de Suelos, México: Limusa, 2005.
- [24] J. Balarezo, Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento flexible, Piura: Pirhua, 2017.
- [25] R. Hernández, J. Flores y J. Sánchez, Manual de mantenimiento en vías urbanas utilizando mezcla asfáltica en caliente, tibia y en frío, ciudad universitaria, Universidad de El Salvador, 2012.

ANEXOS

ANEXO 1

Conteo

vehicular

Tabla 46.- Conteo vehicular lunes 26/09/2022.

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | |  | |
|---|---------------|--|---------|------------------|-----|----|-----|-------|---|--------------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | | | |
| CONTEO DE TRANSITO | | | | | | | | | | |
| Vía: | VIA PRINCIPAL | | Sector: | MOCHA - PINGUILI | | | | | Fecha: | 26/09/2022 |
| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | Acumulado por hora |
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | V3A | Total | | |
| 6:00-6:15 | 16 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 21 | 97 |
| 6:15-6:30 | 17 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 6 | 23 | |
| 6:30-6:45 | 21 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 2 | 8 | 29 | |
| 6:45-7:00 | 18 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 6 | 24 | |
| 7:00-7:15 | 16 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 1 | 10 | 26 | 110 |
| 7:15-7:30 | 21 | 0 | 1 | 0 | 4 | 3 | 0 | 8 | 29 | |
| 7:30-7:45 | 19 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 | 27 | |
| 7:45-8:00 | 18 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | 10 | 28 | |
| 8:00-8:15 | 19 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 7 | 26 | 96 |
| 8:15-8:30 | 16 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 | 21 | |
| 8:30-8:45 | 18 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 | 23 | |
| 8:45-9:00 | 24 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 26 | |
| 9:00-9:15 | 12 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 7 | 19 | 75 |
| 9:15-9:30 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 17 | |
| 9:30-9:45 | 15 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 18 | |
| 9:45-10:00 | 18 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 21 | |
| 10:00-10:15 | 22 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 23 | 76 |
| 10:15-10:30 | 17 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 20 | |
| 10:30-10:45 | 16 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 19 | |
| 10:45-11:00 | 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | |
| 11:00-11:15 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 70 |
| 11:15-11:30 | 16 | 0 | 4 | 2 | 0 | 2 | 0 | 8 | 24 | |
| 11:30-11:45 | 11 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 13 | |
| 11:45-12:00 | 17 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 19 | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---|----|----|----|----|----|-----|-------------|-------------|
| 12:00-12:15 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 17 | 82 |
| 12:15-12:30 | 21 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 25 | |
| 12:30-12:45 | 17 | 0 | 1 | 2 | 5 | 2 | 0 | 10 | 27 | |
| 12:45-13:00 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 13:00-13:15 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 72 |
| 13:15-13:30 | 16 | 0 | 6 | 2 | 1 | 0 | 0 | 9 | 25 | |
| 13:30-13:45 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 13:45-14:00 | 20 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | |
| 14:00-14:15 | 19 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 22 | 86 |
| 14:15-14:30 | 14 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 4 | 18 | |
| 14:30-14:45 | 16 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 23 | |
| 14:45-15:00 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | |
| 15:00-15:15 | 22 | 0 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 8 | 30 | 102 |
| 15:15-15:30 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 14 | |
| 15:30-15:45 | 23 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 7 | 30 | |
| 15:45-16:00 | 27 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 28 | |
| 16:00-16:15 | 14 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 17 | 87 |
| 16:15-16:30 | 16 | 0 | 5 | 0 | 2 | 2 | 0 | 9 | 25 | |
| 16:30-16:45 | 20 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | |
| 16:45-17:00 | 18 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 23 | |
| 17:00-17:15 | 14 | 0 | 0 | 4 | 2 | 4 | 0 | 10 | 24 | 85 |
| 17:15-17:30 | 17 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 21 | |
| 17:30-17:45 | 16 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 19 | |
| 17:45-18:00 | 18 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 21 | |
| TOTAL= | 827 | 2 | 91 | 45 | 42 | 21 | 10 | 209 | 1038 | 1038 |

Tabla 47.- Conteo vehicular martes 27/09/2022.

| | | | | | |
|--|---------------|--|------------------|---|-------------|
|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | |
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | |
| CONTEO DE TRANSITO | | | | | |
| Vía: | VIA PRINCIPAL | Sector: | MOCHA - PINGUILI | Fecha: | 27/09//2022 |

| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | Acumulado por hora |
|-------------|----------|-------|---------|-----|-----|----|-----|-------|-------|--------------------|
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | V3A | Total | | |
| | 12 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 69 |
| 6:15-6:30 | 16 | 0 | 2 | 0 | 3 | 2 | 0 | 7 | 23 | |
| 6:30-6:45 | 17 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 3 | 20 | |
| 6:45-7:00 | 11 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 13 | |
| 7:00-7:15 | 13 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 17 | 74 |
| 7:15-7:30 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 16 | |
| 7:30-7:45 | 18 | 0 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 7 | 25 | |
| 7:45-8:00 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 16 | |
| 8:00-8:15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 17 | 75 |
| 8:15-8:30 | 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 23 | |
| 8:30-8:45 | 16 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 5 | 21 | |
| 8:45-9:00 | 12 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 14 | |
| 9:00-9:15 | 14 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 5 | 19 | 77 |
| 9:15-9:30 | 17 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 5 | 22 | |
| 9:30-9:45 | 11 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 6 | 17 | |
| 9:45-10:00 | 16 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 19 | |
| 10:00-10:15 | 14 | 1 | 2 | 0 | 3 | 0 | 1 | 6 | 21 | 71 |
| 10:15-10:30 | 12 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 15 | |
| 10:30-10:45 | 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 16 | |
| 10:45-11:00 | 16 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 19 | |
| 11:00-11:15 | 12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 13 | 61 |
| 11:15-11:30 | 4 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | |
| 11:30-11:45 | 18 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 21 | |
| 11:45-12:00 | 13 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 6 | 19 | |
| 12:00-12:15 | 20 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 23 | 80 |
| 12:15-12:30 | 13 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 16 | |
| 12:30-12:45 | 17 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 5 | 23 | |
| 12:45-13:00 | 16 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | |
| 13:00-13:15 | 17 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 20 | 67 |
| 13:15-13:30 | 13 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 17 | |
| 13:30-13:45 | 16 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 18 | |
| 13:45-14:00 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | |
| 14:00-14:15 | 13 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 17 | 68 |
| 14:15-14:30 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | |
| 14:30-14:45 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---|----|----|----|----|---|-----|-----|----|
| 14:45-15:00 | 19 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 | 23 | |
| 15:00-15:15 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 68 |
| 15:15-15:30 | 16 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 18 | |
| 15:30-15:45 | 19 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 20 | |
| 15:45-16:00 | 11 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 5 | 16 | |
| 16:00-16:15 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | |
| 16:15-16:30 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 59 |
| 16:30-16:45 | 12 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 16 | |
| 16:45-17:00 | 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |
| 17:00-17:15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 18 | |
| 17:15-17:30 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 54 |
| 17:30-17:45 | 11 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | |
| 17:45-18:00 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 10 | |
| TOTAL= | 689 | 8 | 31 | 35 | 35 | 17 | 8 | 126 | 823 | |

Tabla 48.- Conteo vehicular miércoles 28/09/2022.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------|---------|------------------|-----|----|-----|-------|--------|------------|--------------------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | | | | |
| CONTEO DE TRANSITO | | | | | | | | | | | |
| Vía: | VIA PRINCIPAL | | Sector: | MOCHA - PINGUILI | | | | | Fecha: | 28/09/2022 | |
| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | TOTAL | Acumulado por hora |
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | V3A | Total | | | |
| 6:00-6:15 | 16 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 4 | 20 | 88 | |
| 6:15-6:30 | 18 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 21 | | |
| 6:30-6:45 | 20 | 0 | 2 | 4 | 2 | 0 | 3 | 11 | 31 | | |
| 6:45-7:00 | 12 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 16 | | |
| 7:00-7:15 | 13 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 5 | 18 | 71 | |
| 7:15-7:30 | 11 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 7 | 18 | | |
| 7:30-7:45 | 10 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 13 | | |
| 7:45-8:00 | 16 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 6 | 22 | | |
| 8:00-8:15 | 17 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 21 | | 143 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----|---|---|---|---|---|---|----|----|-----|
| 8:15-8:30 | 32 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 7 | 39 | |
| 8:30-8:45 | 37 | 0 | 4 | 5 | 1 | 2 | 0 | 12 | 49 | |
| 8:45-9:00 | 29 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 5 | 34 | |
| 9:00-9:15 | 27 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 | 33 | 116 |
| 9:15-9:30 | 21 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 27 | |
| 9:30-9:45 | 26 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 29 | |
| 9:45-10:00 | 20 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 7 | 27 | |
| 10:00-10:15 | 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 20 | |
| 10:15-10:30 | 16 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 1 | 7 | 23 | 92 |
| 10:30-10:45 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |
| 10:45-11:00 | 28 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 6 | 34 | |
| 11:00-11:15 | 15 | 1 | 0 | 4 | 4 | 2 | 0 | 10 | 26 | |
| 11:15-11:30 | 19 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 | 25 | 101 |
| 11:30-11:45 | 20 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 7 | 28 | |
| 11:45-12:00 | 20 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | |
| 12:00-12:15 | 16 | 0 | 0 | 3 | 4 | 2 | 1 | 10 | 26 | |
| 12:15-12:30 | 12 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 6 | 18 | 104 |
| 12:30-12:45 | 31 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 | 6 | 37 | |
| 12:45-13:00 | 19 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 4 | 23 | |
| 13:00-13:15 | 14 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 5 | 19 | |
| 13:15-13:30 | 21 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 22 | 82 |
| 13:30-13:45 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 13:45-14:00 | 19 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 5 | 24 | |
| 14:00-14:15 | 18 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 4 | 22 | |
| 14:15-14:30 | 11 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | 75 |
| 14:30-14:45 | 15 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 5 | 20 | |
| 14:45-15:00 | 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 21 | |
| 15:00-15:15 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | |
| 15:15-15:30 | 10 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 12 | 62 |
| 15:30-15:45 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 20 | |
| 15:45-16:00 | 13 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 16 | |
| 16:00-16:15 | 16 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | |
| 16:15-16:30 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 73 |
| 16:30-16:45 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 14 | |
| 16:45-17:00 | 16 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 19 | |
| 17:00-17:15 | 19 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 23 | |
| 17:15-17:30 | 18 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 4 | 22 | 88 |

| | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---|----|----|----|----|---|-----|------|
| 17:30-17:45 | 21 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 23 |
| 17:45-18:00 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| TOTAL= | 888 | 5 | 52 | 70 | 43 | 29 | 8 | 202 | 1095 |

Tabla 49.- Conteo vehicular jueves 29/09/2022.

|   <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p> | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-------|---------|------------------|-----|----|-----|-------|-------|--------|--------------------|--|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | | | | | |
| CONTEO DE TRANSITO | | | | | | | | | | | | |
| Vía: | VIA PRINCIPAL | | Sector: | MOCHA - PINGUILI | | | | | | Fecha: | 29/09/2022 | |
| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | TOTAL | Acumulado por hora | |
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | V3A | Total | | | | |
| 6:00-6:15 | 20 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | 105 | |
| 6:15-6:30 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | | |
| 6:30-6:45 | 18 | 1 | 2 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 44 | | |
| 6:45-7:00 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 23 | | |
| 7:00-7:15 | 21 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 24 | 79 | |
| 7:15-7:30 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | | |
| 7:30-7:45 | 17 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 20 | | |
| 7:45-8:00 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | | |
| 8:00-8:15 | 13 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 15 | 66 | |
| 8:15-8:30 | 20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 21 | | |
| 8:30-8:45 | 14 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 17 | | |
| 8:45-9:00 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | | |
| 9:00-9:15 | 18 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 20 | 66 | |
| 9:15-9:30 | 15 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 17 | | |
| 9:30-9:45 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | | |
| 9:45-10:00 | 12 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | | |
| 10:00-10:15 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 76 | |
| 10:15-10:30 | 20 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 23 | | |
| 10:30-10:45 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | | |
| 10:45-11:00 | 16 | 2 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 23 | | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---|----|----|----|----|---|-----|-----|-----|
| 11:00-11:15 | 20 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | 72 |
| 11:15-11:30 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | |
| 11:30-11:45 | 13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 15 | |
| 11:45-12:00 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | |
| 12:00-12:15 | 19 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | 85 |
| 12:15-12:30 | 20 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | |
| 12:30-12:45 | 16 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 5 | 22 | |
| 12:45-13:00 | 17 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 19 | |
| 13:00-13:15 | 13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 59 |
| 13:15-13:30 | 13 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 16 | |
| 13:30-13:45 | 12 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 5 | 17 | |
| 13:45-14:00 | 10 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 12 | |
| 14:00-14:15 | 23 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 25 | 79 |
| 14:15-14:30 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | |
| 14:30-14:45 | 14 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 7 | 22 | |
| 14:45-15:00 | 12 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 | 16 | |
| 15:00-15:15 | 18 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 | 7 | 25 | 80 |
| 15:15-15:30 | 13 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 17 | |
| 15:30-15:45 | 15 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 18 | |
| 15:45-16:00 | 17 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 20 | |
| 16:00-16:15 | 20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 21 | 75 |
| 16:15-16:30 | 12 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 6 | 18 | |
| 16:30-16:45 | 16 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 6 | 22 | |
| 16:45-17:00 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | |
| 17:00-17:15 | 10 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 14 | 68 |
| 17:15-17:30 | 15 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | 18 | |
| 17:30-17:45 | 14 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 16 | |
| 17:45-18:00 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | |
| TOTAL= | 771 | 9 | 24 | 74 | 12 | 20 | 0 | 130 | 910 | 910 |

Tabla 50.- Conteo vehicular viernes 30/09/2022.



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

PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

CONTEO DE TRANSITO

| Vía: | VIA PRINCIPAL | | Sector: | MOCHA - PINGUILI | | | | | Fecha: | 30/09/2022 |
|-------------|---------------|-------|---------|------------------|-----|----|-----|-------|--------|--------------------|
| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | Acumulado por hora |
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | 3S3 | Total | | |
| 6:00-6:15 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 62 |
| 6:15-6:30 | 12 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 14 | |
| 6:30-6:45 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | |
| 6:45-7:00 | 17 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | |
| 7:00-7:15 | 21 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 22 | 73 |
| 7:15-7:30 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | |
| 7:30-7:45 | 15 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 17 | |
| 7:45-8:00 | 13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | |
| 8:00-8:15 | 18 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 19 | 81 |
| 8:15-8:30 | 22 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 23 | |
| 8:30-8:45 | 19 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 21 | |
| 8:45-9:00 | 17 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | |
| 9:00-9:15 | 16 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 19 | 58 |
| 9:15-9:30 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | |
| 9:30-9:45 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | |
| 9:45-10:00 | 10 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 13 | |
| 10:00-10:15 | 12 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 15 | 50 |
| 10:15-10:30 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | |
| 10:30-10:45 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 10:45-11:00 | 9 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | |
| 11:00-11:15 | 15 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 18 | 60 |
| 11:15-11:30 | 18 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 21 | |
| 11:30-11:45 | 10 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 13 | |
| 11:45-12:00 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | |
| 12:00-12:15 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 76 |
| 12:15-12:30 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 12:30-12:45 | 20 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---|----|----|---|---|---|----|------------|----|
| 12:45-13:00 | 19 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 21 | |
| 13:00-13:15 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 65 |
| 13:15-13:30 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 13:30-13:45 | 14 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 20 | |
| 13:45-14:00 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 12 | |
| 14:00-14:15 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | |
| 14:15-14:30 | 13 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 16 | 62 |
| 14:30-14:45 | 20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 22 | |
| 14:45-15:00 | 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 17 | |
| 15:00-15:15 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 15:15-15:30 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 57 |
| 15:30-15:45 | 14 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 17 | |
| 15:45-16:00 | 10 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 12 | |
| 16:00-16:15 | 9 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 12 | |
| 16:15-16:30 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 75 |
| 16:30-16:45 | 20 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 22 | |
| 16:45-17:00 | 21 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 24 | |
| 17:00-17:15 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | |
| 17:15-17:30 | 15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | 49 |
| 17:30-17:45 | 13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | |
| 17:45-18:00 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| TOTAL= | 699 | 2 | 27 | 23 | 8 | 3 | 6 | 67 | 768 | |

Tabla 51.- Conteo vehicular sábado 01/10/2022.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------|---------|---------|------------------|----|-----|-------|--------|--------------------|--|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | | | | |
| CONTEO DE TRANSITO | | | | | | | | | | | |
| Vía: | VIA PRINCIPAL | | | Sector: | MOCHA - PINGUILI | | | | Fecha: | 01/10/2022 | |
| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | Acumulado por hora | |
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | 3S3 | Total | | | |
| 6:00-6:15 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 48 | |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| 6:15-6:30 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 56 |
| 6:30-6:45 | 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | |
| 6:45-7:00 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | |
| 7:00-7:15 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | |
| 7:15-7:30 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |
| 7:30-7:45 | 16 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | |
| 7:45-8:00 | 13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | |
| 8:00-8:15 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 48 |
| 8:15-8:30 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | |
| 8:30-8:45 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | |
| 8:45-9:00 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | |
| 9:00-9:15 | 14 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 15 | 57 |
| 9:15-9:30 | 16 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | |
| 9:30-9:45 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 9:45-10:00 | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | |
| 10:00-10:15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 17 | 53 |
| 10:15-10:30 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 10:30-10:45 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | |
| 10:45-11:00 | 11 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 13 | |
| 11:00-11:15 | 12 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 14 | 59 |
| 11:15-11:30 | 15 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 18 | |
| 11:30-11:45 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | |
| 11:45-12:00 | 13 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 15 | |
| 12:00-12:15 | 11 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 68 |
| 12:15-12:30 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |
| 12:30-12:45 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | |
| 12:45-13:00 | 20 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 22 | |
| 13:00-13:15 | 21 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 22 | 65 |
| 13:15-13:30 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | |
| 13:30-13:45 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 13:45-14:00 | 16 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | |
| 14:00-14:15 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 59 |
| 14:15-14:30 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |
| 14:30-14:45 | 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | |
| 14:45-15:00 | 13 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 15 | |
| 15:00-15:15 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 58 |
| 15:15-15:30 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|-----|---|----|---|---|---|---|----|-----|----|
| 15:30-15:45 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 59 |
| 15:45-16:00 | 17 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 19 | |
| 16:00-16:15 | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 16:15-16:30 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 15 | |
| 16:30-16:45 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | |
| 16:45-17:00 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | |
| 17:00-17:15 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 56 |
| 17:15-17:30 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | |
| 17:30-17:45 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 17:45-18:00 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |
| TOTAL= | 650 | 8 | 17 | 4 | 4 | 2 | 1 | 28 | 686 | |

Tabla 52.- Conteo vehicular Domingo 02/10/2022.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-------|---------|------------------|-----|----|-----|-------|--------|--------------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | | | |
| CONTEO DE TRANSITO | | | | | | | | | | |
| Vía: | PRINCIPAL | | Sector: | MOCHA - PINGUILI | | | | | Fecha: | 02/10/2022 |
| HORA | LIVIANOS | BUSES | PESADOS | | | | | | TOTAL | Acumulado por hora |
| | | | 2D | 2DA | 2DB | 3A | 3S3 | Total | | |
| 6:00-6:15 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 48 |
| 6:15-6:30 | 15 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 16 | |
| 6:30-6:45 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | |
| 6:45-7:00 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| 7:00-7:15 | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 7:15-7:30 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 48 |
| 7:30-7:45 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | |
| 7:45-8:00 | 11 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | |
| 8:00-8:15 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 54 |
| 8:15-8:30 | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 8:30-8:45 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | |
| 8:45-9:00 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|------------|------------|
| 9:00-9:15 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 51 |
| 9:15-9:30 | 14 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 16 | |
| 9:30-9:45 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 9:45-10:00 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| 10:00-10:15 | 10 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 12 | 57 |
| 10:15-10:30 | 13 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 16 | |
| 10:30-10:45 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | |
| 10:45-11:00 | 15 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 18 | |
| 11:00-11:15 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 13 | 73 |
| 11:15-11:30 | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | |
| 11:30-11:45 | 20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 23 | |
| 11:45-12:00 | 14 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 20 | |
| 12:00-12:15 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 53 |
| 12:15-12:30 | 12 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 15 | |
| 12:30-12:45 | 10 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 14 | |
| 12:45-13:00 | 7 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 11 | |
| 13:00-13:15 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 56 |
| 13:15-13:30 | 13 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 15 | |
| 13:30-13:45 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |
| 13:45-14:00 | 13 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 6 | 19 | |
| 14:00-14:15 | 10 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 12 | 55 |
| 14:15-14:30 | 12 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 15 | |
| 14:30-14:45 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | |
| 14:45-15:00 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | |
| 15:00-15:15 | 17 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 48 |
| 15:15-15:30 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | |
| 15:30-15:45 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | |
| 15:45-16:00 | 12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 13 | |
| 16:00-16:15 | 13 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 16 | 53 |
| 16:15-16:30 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| 16:30-16:45 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 12 | |
| 16:45-17:00 | 14 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 16 | |
| 17:00-17:15 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 47 |
| 17:15-17:30 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | |
| 17:30-17:45 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 19 | |
| 17:45-18:00 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | |
| TOTAL= | 576 | 5 | 34 | 15 | 7 | 6 | 0 | 62 | 643 | 643 |

ANEXO 2

ANÁLISIS PCI

Tabla 53.- PCI, unidad de muestreo #1.

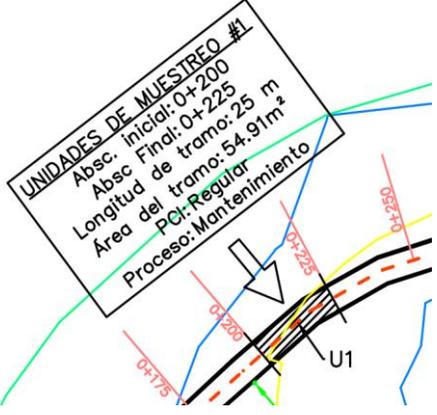
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------------------------------|-------------------|---|----------------------|--|------------|-------------|----------|----------------|
|   | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILI-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | ABCISA INICIAL | K0+200 | AREA DE MUESTREO (m²) | 54.91 | FECHA | 17/11/2022 | | | |
| PESO DE LA MUESTRA: | 1000 | ABCISA FINAL | K0+225 | ANCHO DE CARRIL (m) | 7.4 | COORDENADAS | X: | 761291.085 | | |
| MUESTRA: | Calicata 1 | REVISADO POR | Ing. Milton Aldás | | | | Y: | 9843284.795 | | |
| EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | | | | | |
| N.- | CÓDIGO | FALLA | | | UNIDAD | ESQUEMA | | | | |
| 1 | PC | PIEL DE COCODRILO | | | m2 |  | | | | |
| 2 | EX | EXUDACIÓN | | | m2 | | | | | |
| 3 | AB | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | | | m2 | | | | | |
| 4 | AH | ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | | m2 | | | | | |
| 5 | C | CORRUGACIÓN | | | m2 | | | | | |
| 6 | D | DEPRESIÓN | | | m2 | | | | | |
| 7 | GB | GRIETA DE BORDE | | | m | | | | | |
| 8 | GR | GRIETA DE DEFLEXIÓN DE JUNTA | | | m | | | | | |
| 9 | GLT | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | | | m | | | | | |
| 10 | DB | DESNIVEL DE CARRIL/BERNA | | | m | | | | | |
| 11 | P | PARCHEO | | | m2 | | | | | |
| 12 | PA | PULIMIENTO DE AGREGADOS | | | m2 | | | | | |
| 13 | HU | HUECOS/BACHES | | | u | | | | | |
| 14 | CF | ÁREA NO ASFALTADA/ VÍA FERREA | | | m2 | | | | | |
| 15 | AE | AHUELLAMIENTO | | | m2 | | | | | |
| 16 | DZ | DESPLAZAMIENTO | | | m2 | | | | | |
| 17 | GO | GRIETA PARABÓLICA | | | m2 | | | | | |
| 18 | HI | HINCHAMIENTO | | | m2 | | | | | |
| 19 | M | DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS | | | m2 | | | | | |
| FALLA (#) | | SEVERIDAD | | | CANTIDADES PARCIALES | | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |
| | | BAJO | MEDIO | ALTO | | | | | | |
| 1 | PC | X | | | 1.8 | 0.9 | | 1.62 | 2.95 | 20 |
| 1 | AB | | X | | 1.2 | 6 | | 7.2 | 13.11 | 30 |
| 3 | P | X | | | 2.5 | 0.75 | | 1.875 | 3.41 | 7 |
| 11 | GB | X | | | 0.61 | | | 0.61 | 1.11 | 2 |
| VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT) | | | | | | | | | | 59 |
| PCI= 100- VDT | | | | | | | | | | 41 |
| CONDICION DEL PAVIMENTO | | | | | | | | | | REGULAR |

Figura 13.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #1.

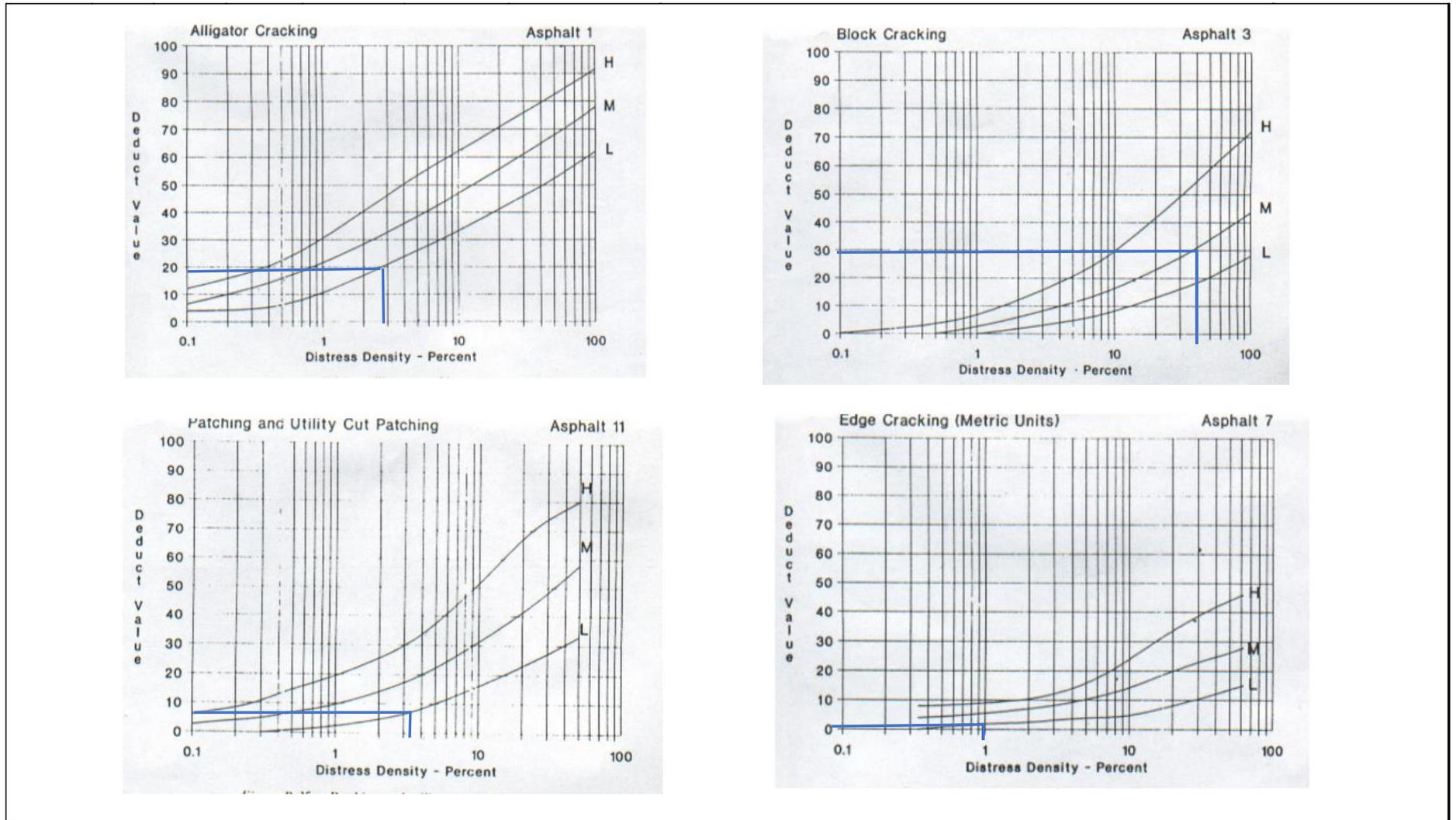


Tabla 55.-Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #2.

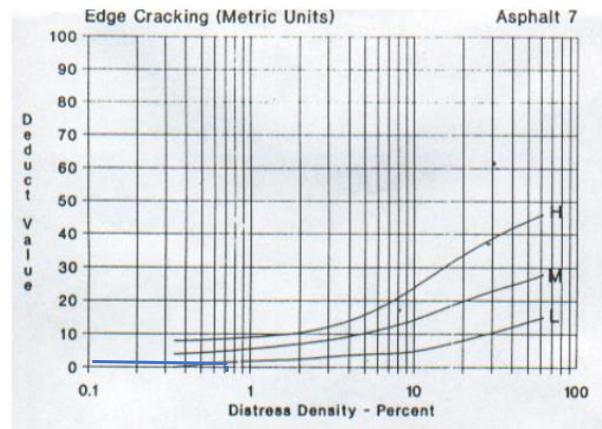
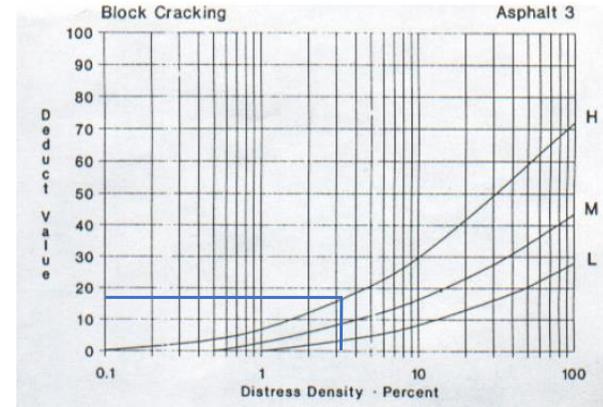
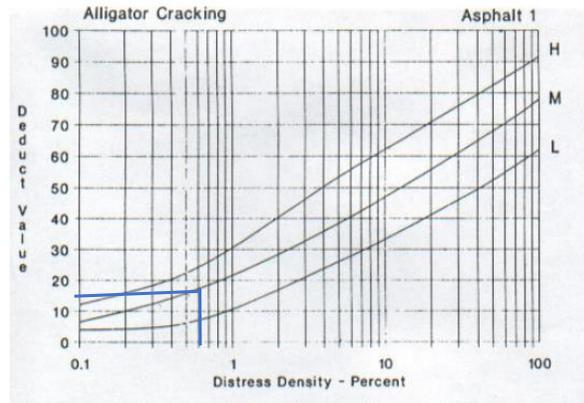


Tabla 59.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #4.

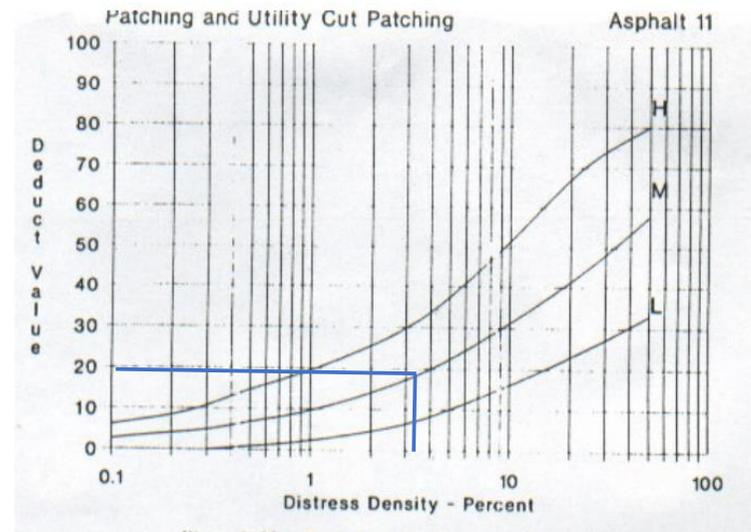
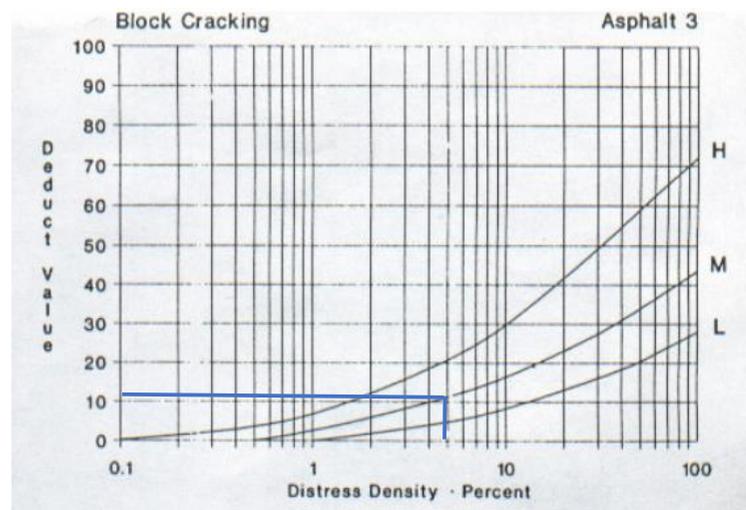


Tabla 63.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #4.

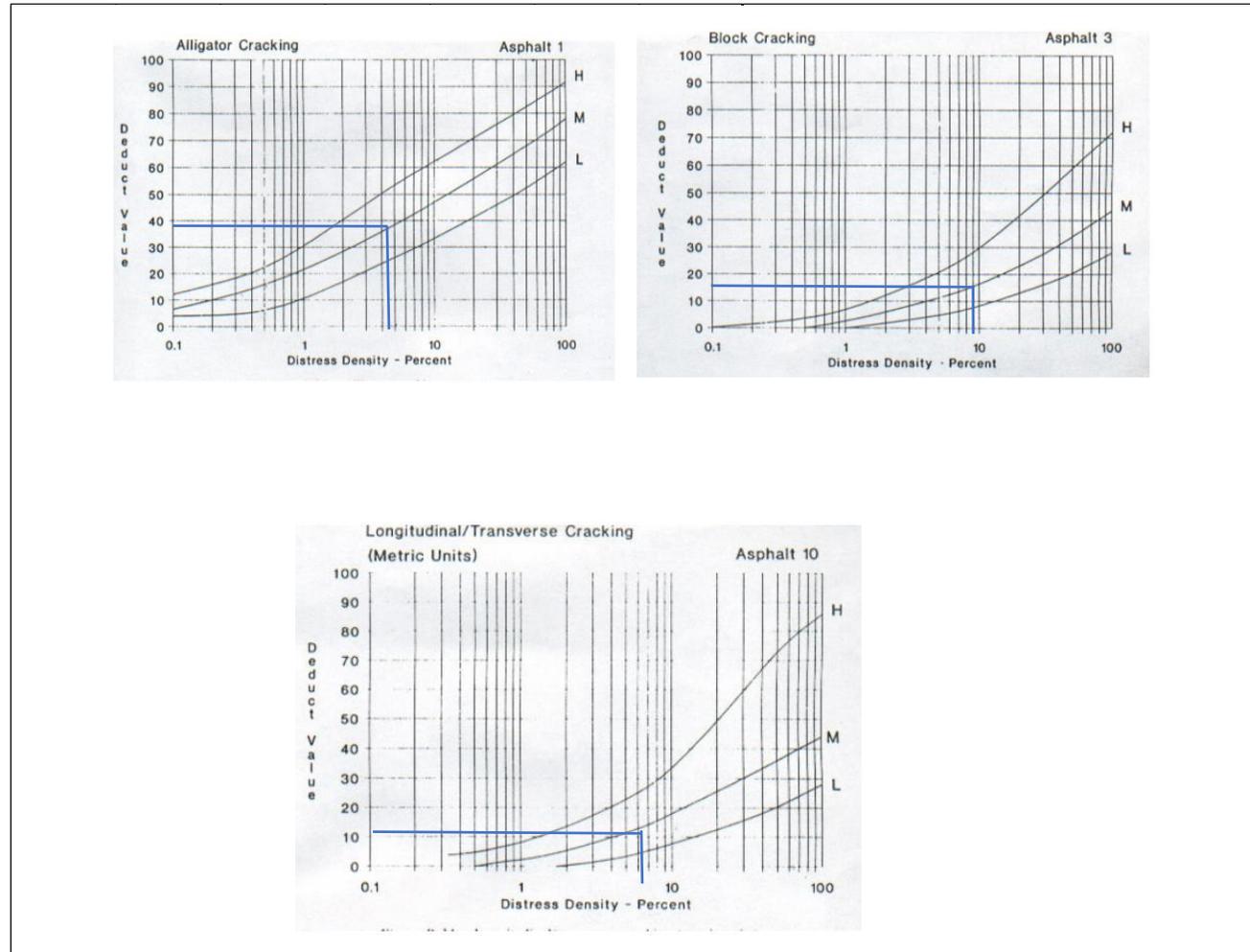


Tabla 67.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #5.

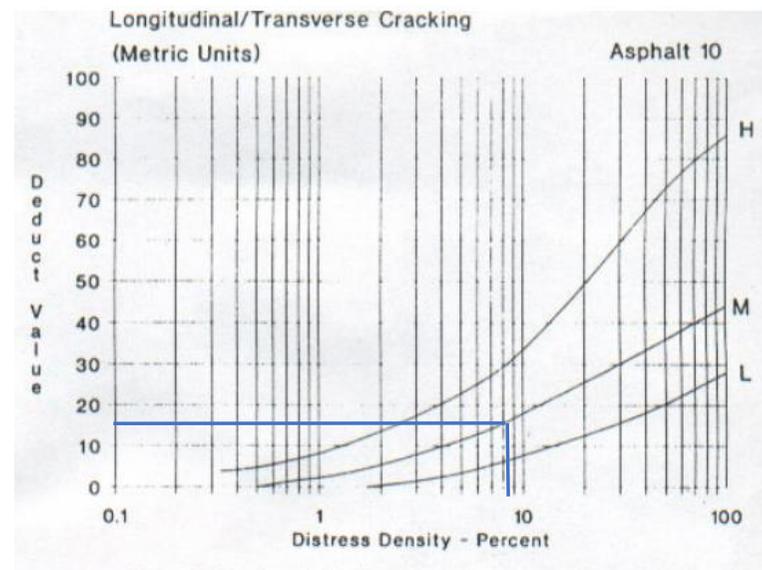
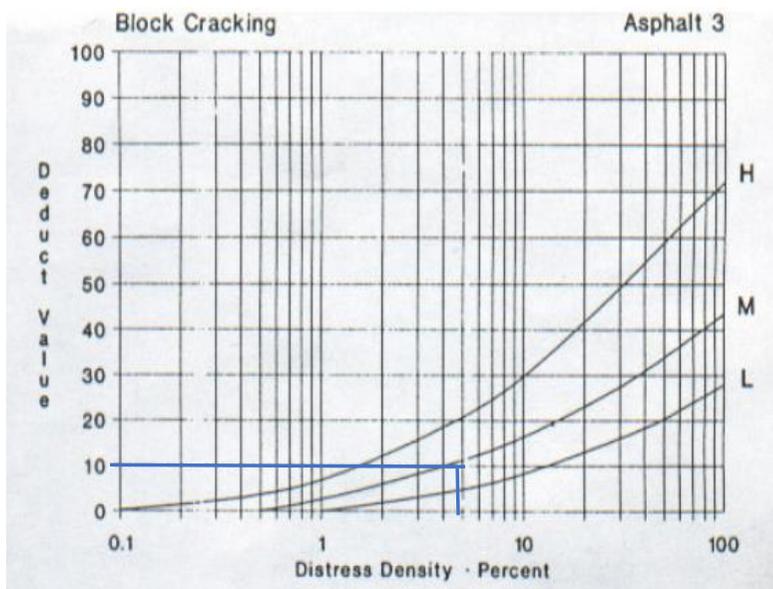


Tabla 69.- PCI, unidad de muestreo #6.

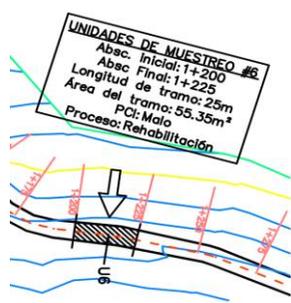
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------------------------------|-------------------|------------------|--|-------------|----------------------------|-------------|----------------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | ABCISA INICIAL | K1+200 | ÁREA DE MUESTREO | 55.35 | FECHA | 17/11/2022 | | |
| PESO DE LA MUESTRA: | 1000 | ABCISA FINAL | K1+225 | ANCHO DE CARRIL | 7.43 | COORDENADAS | X: | 762178.28 | |
| MUESTRA: | Calicata 1 | REVISADO POR | Ing. Milton Aldás | | | | Y: | 9843654.508 | |
| EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | | | | |
| N.- | CÓDIGO | FALLA | | UNIDAD | ESQUEMA | | | | |
| 1 | PC | PIEL DE COCODRILO | | m2 |  | | | | |
| 2 | EX | EXUDACIÓN | | m2 | | | | | |
| 3 | AB | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | | m2 | | | | | |
| 4 | AH | ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | m2 | | | | | |
| 5 | C | CORRUGACIÓN | | m2 | | | | | |
| 6 | D | DEPRESIÓN | | m2 | | | | | |
| 7 | GB | GRIETA DE BORDE | | m | | | | | |
| 8 | GR | GRIETA DE DEFLEXIÓN DE JUNTA | | m | | | | | |
| 9 | GLT | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | | m | | | | | |
| 10 | DB | DESNIVEL DE CARRIL/BERNA | | m | | | | | |
| 11 | P | PARCHEO | | m2 | | | | | |
| 12 | PA | PULIMIENTO DE AGREGADOS | | m2 | | | | | |
| 13 | HU | HUECOS/BACHES | | u | | | | | |
| 14 | CF | ÁREA NO ASFALTADA/ VÍA FERREA | | m2 | | | | | |
| 15 | AE | AHUELLAMIENTO | | m2 | | | | | |
| 16 | DZ | DESPLAZAMIENTO | | m2 | | | | | |
| 17 | GO | GRIETA PARABÓLICA | | m2 | | | | | |
| 18 | HI | HINCHAMIENTO | | m2 | | | | | |
| 19 | M | DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS | | m2 | | | | | |
| FALLA (#) | | SEVERIDAD | | | CANTIDADES PARCIALES | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |
| | | BAJO | MEDIO | ALTO | | | | | |
| 3 | AB | | X | | 2.17 | 0.87 | 1.8879 | 3.41 | 9 |
| 7 | GB | X | | | 0.4 | | 0.8 | 1.45 | 3 |
| 11 | P | X | | | 2.26 | 1.3 | 2.938 | 5.31 | 10 |
| 13 | HU | | X | | 3 | | 3 | 5.42 | 46 |
| 19 | M | X | | | 0.95 | 0.25 | 0.2375 | 0.43 | 3 |
| | | | | | | | VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT) | 71 | |
| | | | | | | | PCI= 100- VDC | 29 | |
| | | | | | | | CONDICION DEL PAVIMENTO | MALO | |

Tabla 71.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #6.

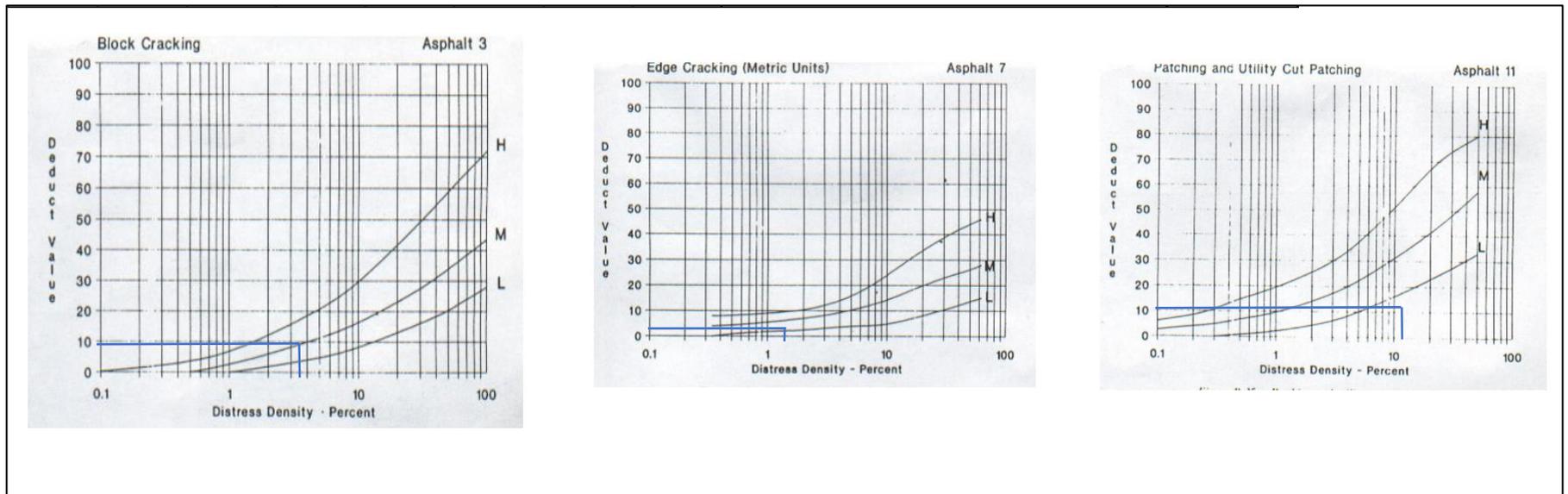


Tabla 75.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #7.

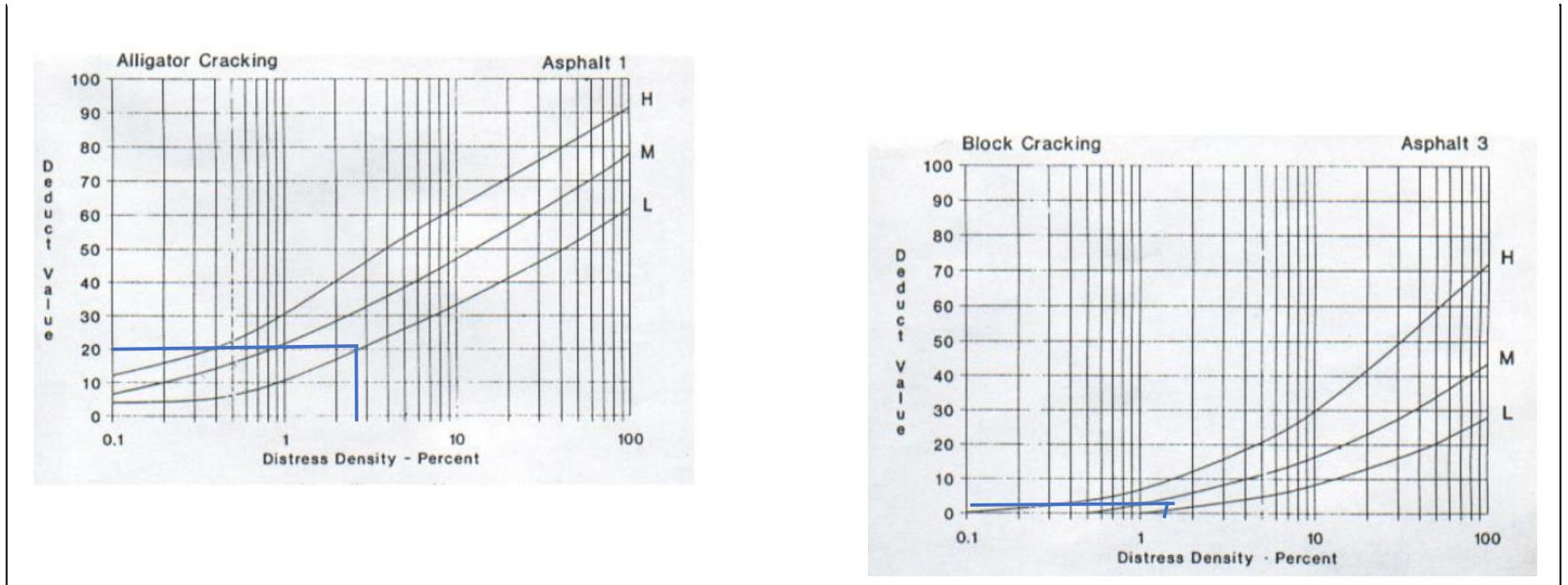


Tabla 79.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #8.

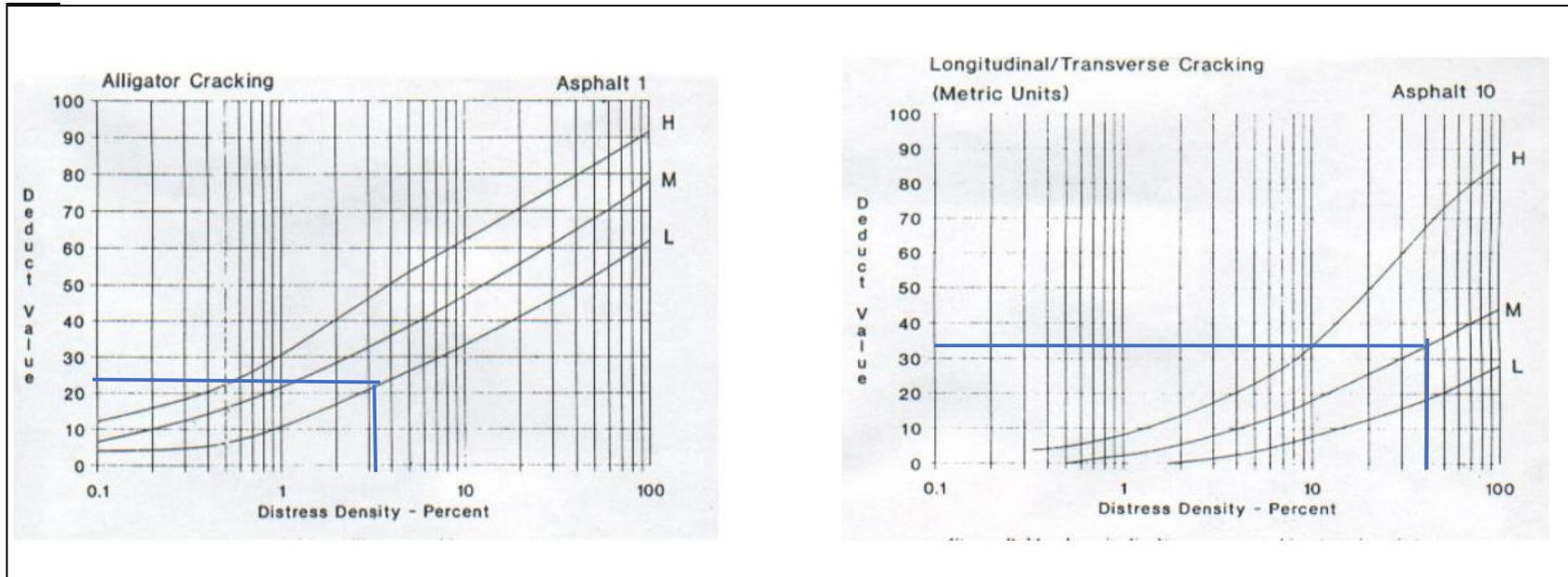


Tabla 83.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #9.

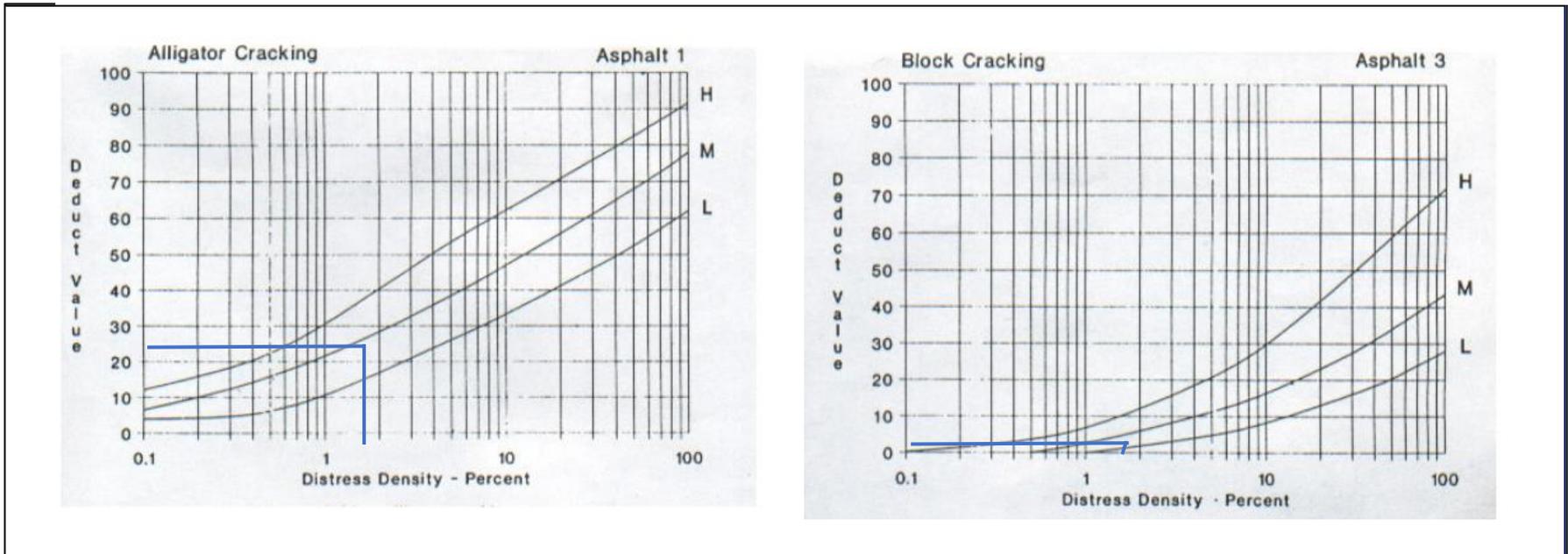


Tabla 87.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #10.

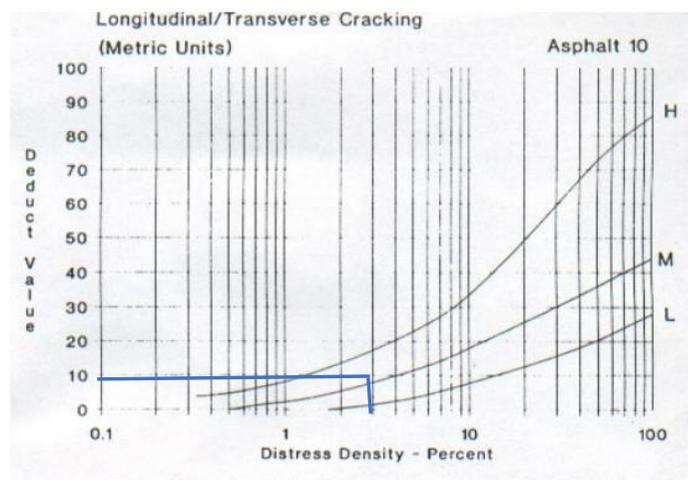
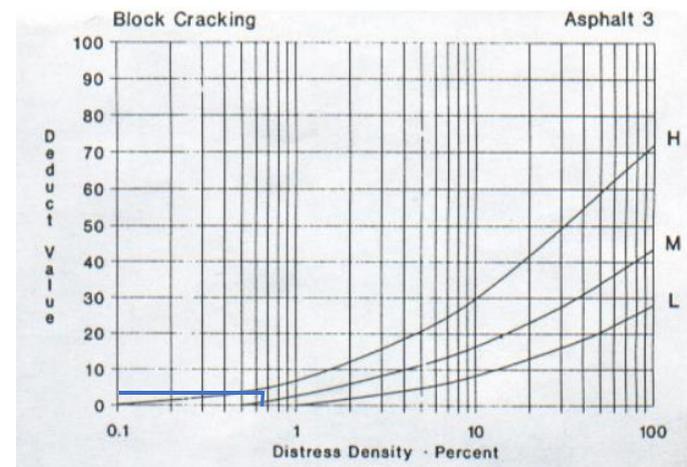
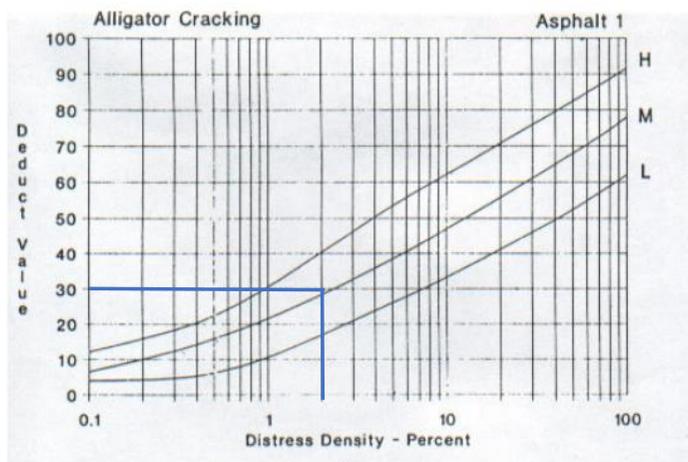


Tabla 89.- PCI, unidad de muestreo #11.

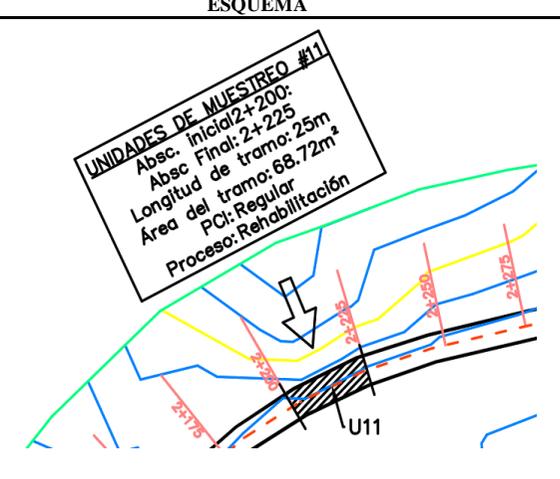
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | |
|--|------------|-----------------------------------|-------------------|------------------|----------------------|--|-----------------------------------|-----------|----------------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILLÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | ABSCISA INICIAL | K2+200 | AREA DE MUESTREO | 68.72 | FECHA | 17/11/2022 | | |
| PESO DE LA MUESTRA: | 1000 | ABSCISA FINAL | K2+225 | ANCHO DE | 8.3 | COORDENADAS | X: | 762789.83 | |
| | Calicata 1 | REVISADO POR | Ing. Milton Aldás | | | Y: | 9844419.346 | | |
| EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | | | | |
| N.- | CÓDIGO | FALLA | | | UNIDAD | ESQUEMA | | | |
| 1 | PC | PIEL DE COCODRILO | | | m2 |  | | | |
| 2 | EX | EXUDACIÓN | | | m2 | | | | |
| 3 | AB | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | | | m2 | | | | |
| 4 | AH | ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | | | m2 | | | | |
| 5 | C | CORRUGACIÓN | | | m2 | | | | |
| 6 | D | DEPRESIÓN | | | m2 | | | | |
| 7 | GB | GRIETA DE BORDE | | | m | | | | |
| 8 | GR | GRIETA DE DEFLEXIÓN DE JUNTA | | | m | | | | |
| 9 | GLT | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | | | m | | | | |
| 10 | DB | DESNIVEL DE CARRIL/BERNA | | | m | | | | |
| 11 | PC | PARCHEO | | | m2 | | | | |
| 12 | PA | PULIMIENTO DE AGREGADOS | | | m2 | | | | |
| 13 | HU | HUECOS/BACHES | | | u | | | | |
| 14 | CF | ÁREA NO ASFALTADA/ VÍA FERREA | | | m2 | | | | |
| 15 | AE | AHUELLAMIENTO | | | m2 | | | | |
| 16 | DZ | DESPLAZAMIENTO | | | m2 | | | | |
| 17 | GO | GRIETA PARABÓLICA | | | m2 | | | | |
| 18 | HI | HINCHAMIENTO | | | m2 | | | | |
| 19 | M | DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS | | | m2 | | | | |
| FALLA (#) | | SEVERIDAD | | | CANTIDADES PARCIALES | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO |
| | | BAJO | MEDIO | ALTO | | | | | |
| 1 | PC | | X | | 2.34 | 0.98 | 2.2932 | 3.34 | 31 |
| 9 | GLT | | X | | 18.6 | | 18.6 | 27.07 | 28 |
| 19 | M | X | | | 0.38 | 0.51 | 0.1938 | 0.28 | 1 |
| | | | | | | | VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT) | | 60 |
| | | | | | | | PCI= 100- VDC | | 40 |
| | | | | | | | CONDICION DEL PAVIMENTO | | REGULAR |

Tabla 91.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #11.

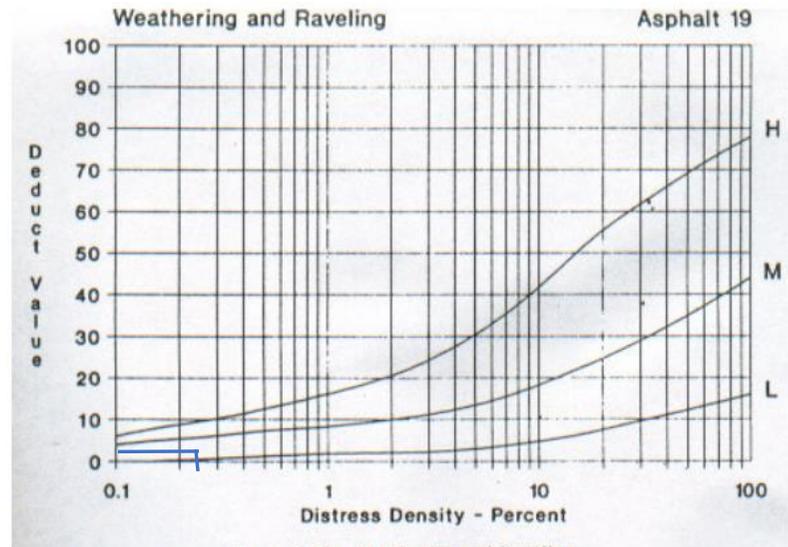
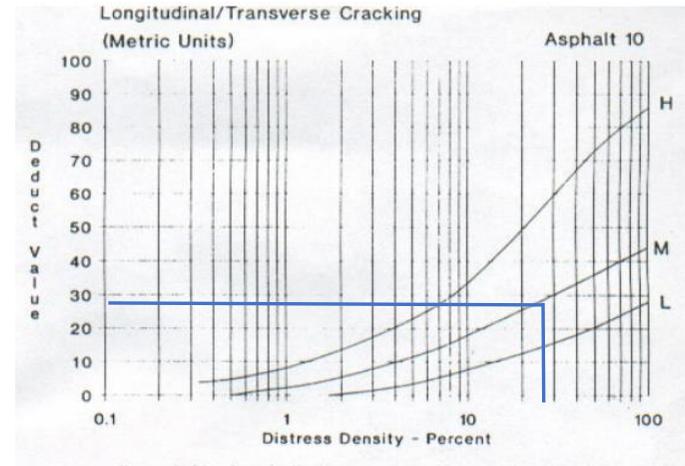
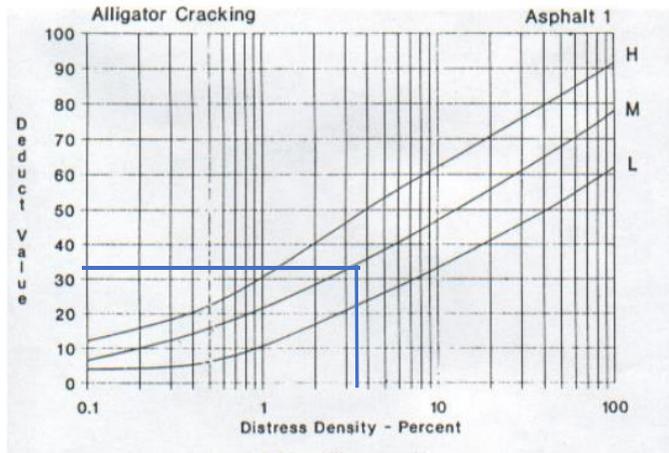


Tabla 95.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #12.

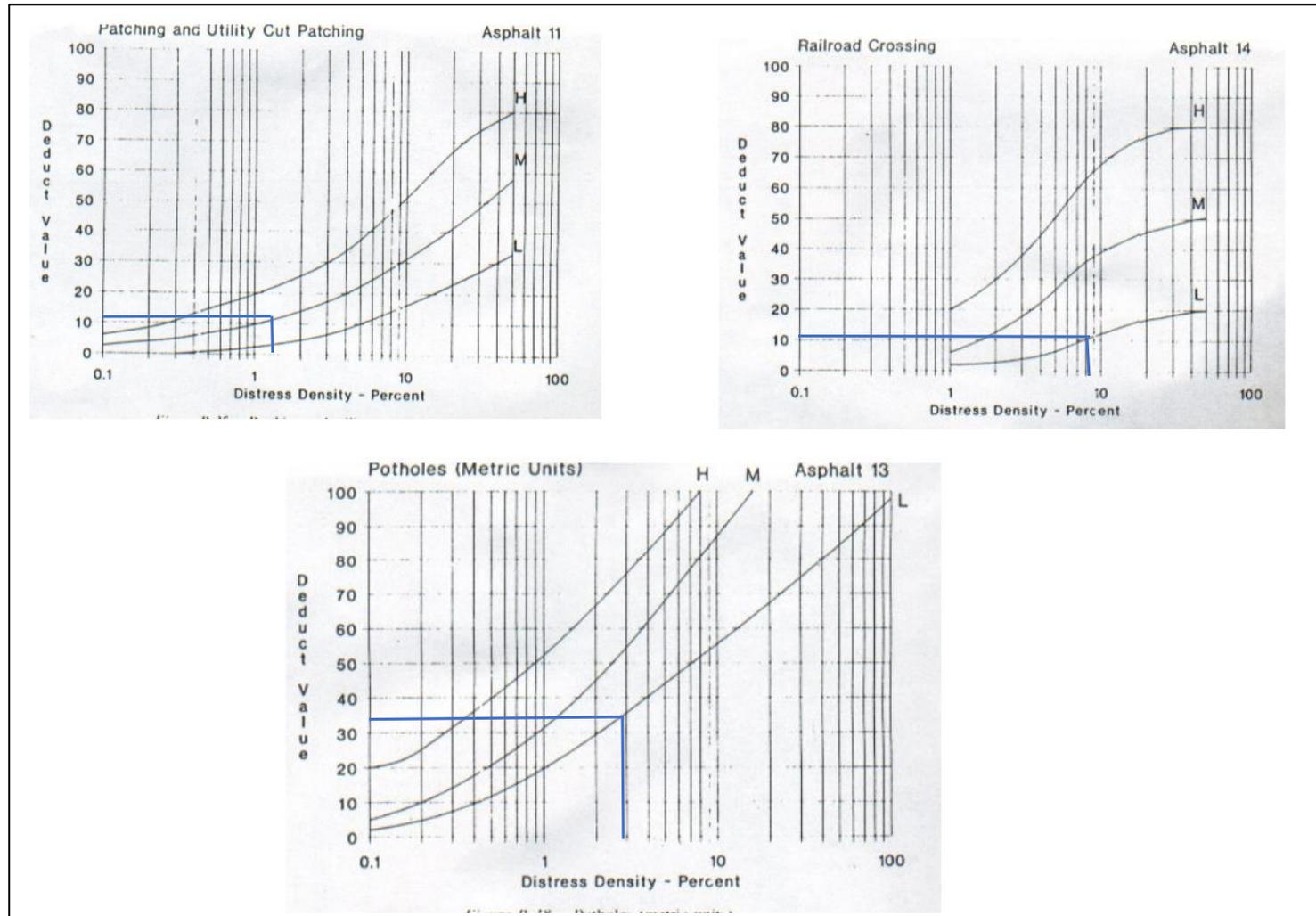


Tabla 99.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #13.

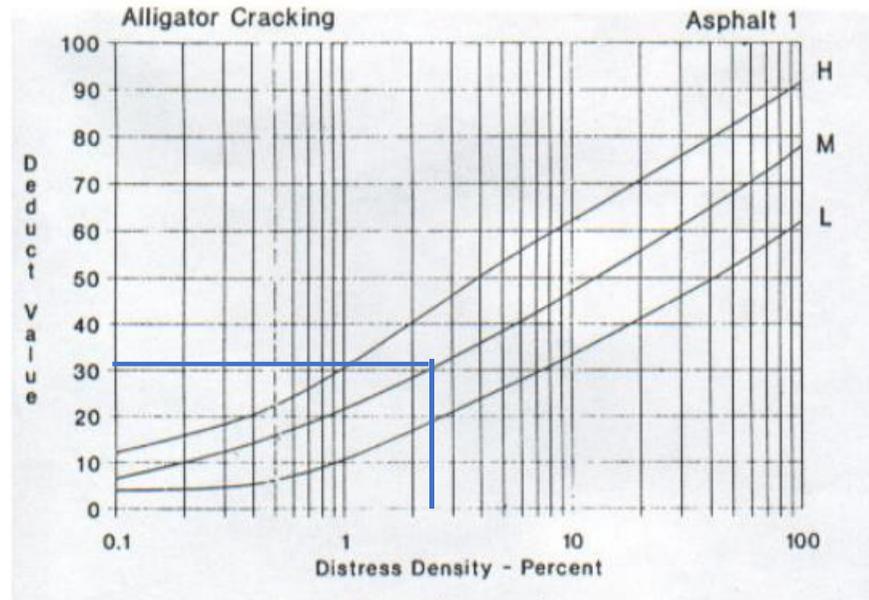


Tabla 103.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #14.

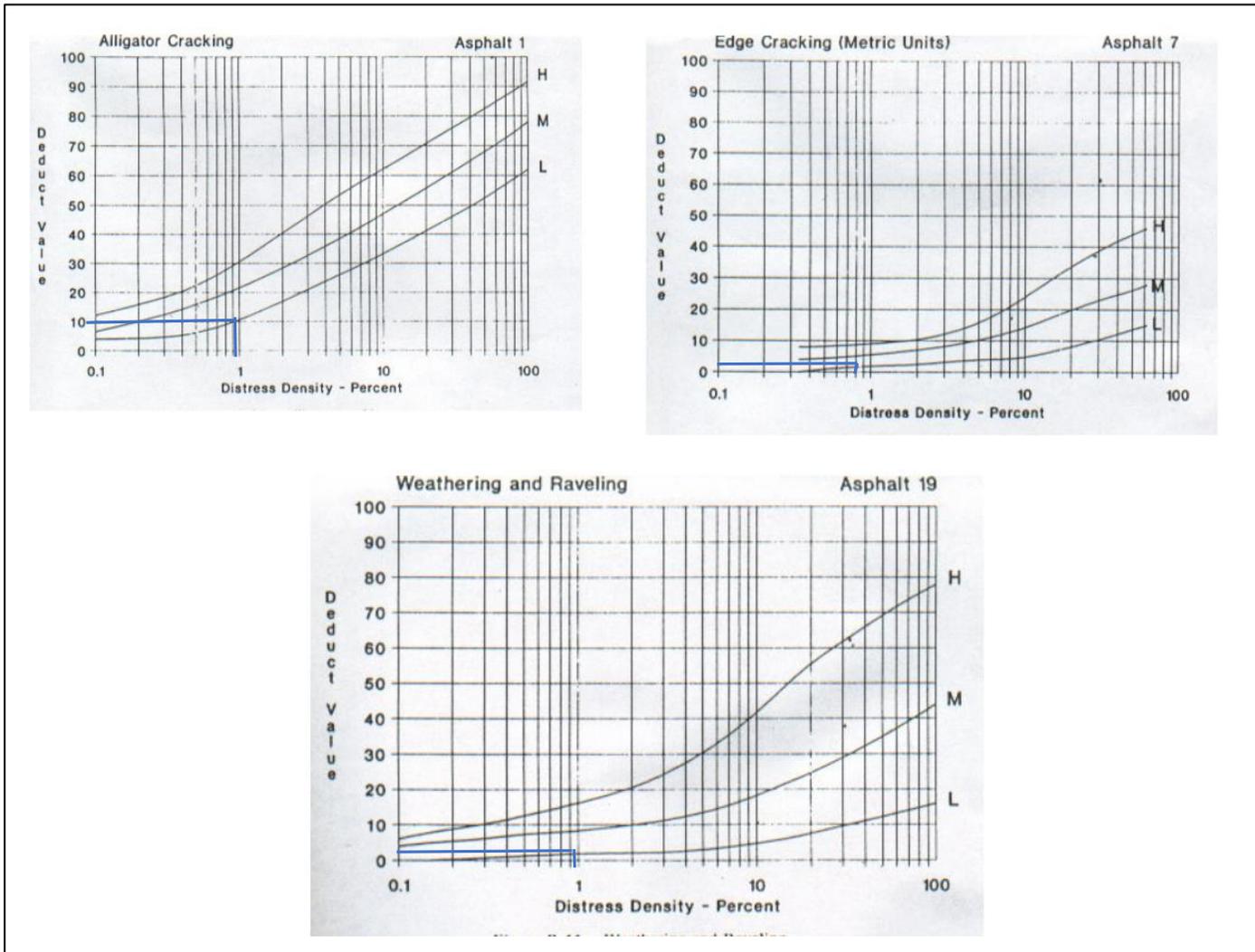


Tabla 107.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #15.

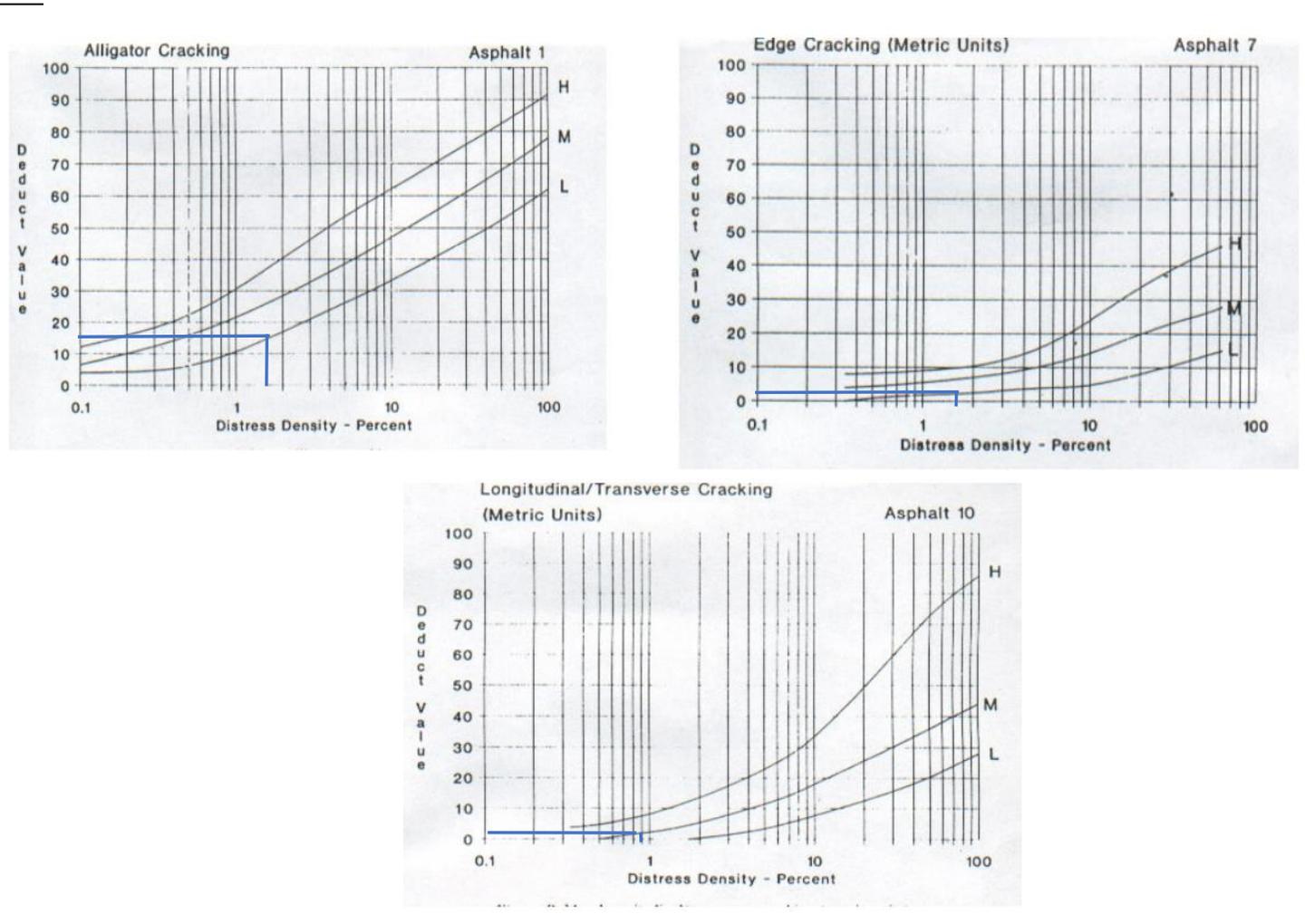


Tabla 111.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #16.

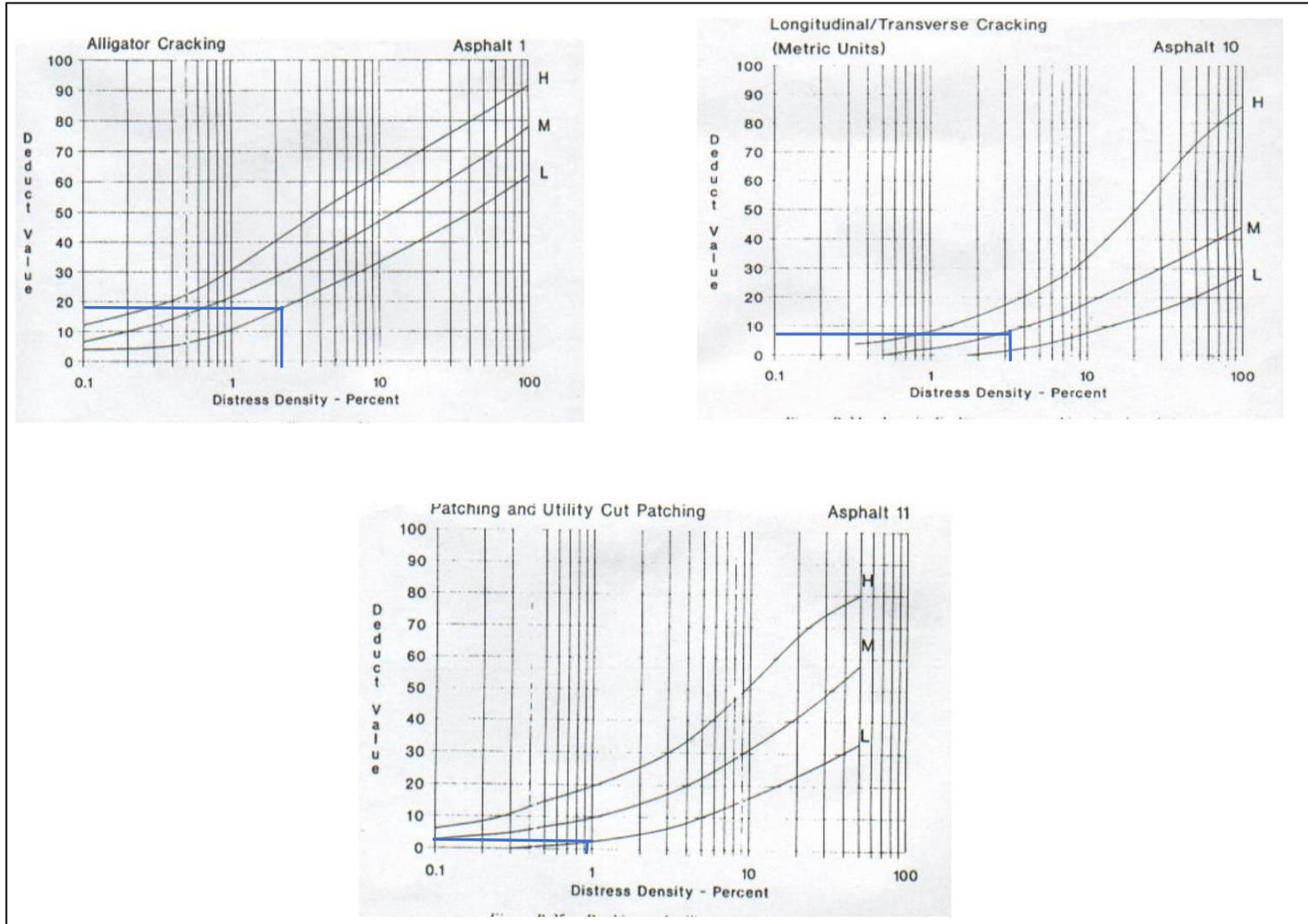


Tabla 113.- PCI, unidad de muestreo #17.

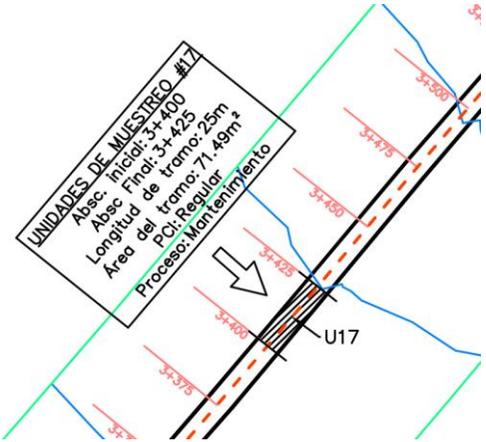
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------------------------------|-------------------|--|-------|--------------------|----------|----------------|--|
|   | | | | | | | | | |
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | ABSCISA INICIAL | K3+400 | AREA DE MUESTREO | 71.49 | FECHA | | | |
| PESO DE LA MUESTRA: | 1000 | ABSCISA FINAL | K3+425 | ANCHO DE | 8.46 | COORDENADAS | X: | 763617.398 | |
| | Calicata 1 | REVISADO POR | Ing. Milton Aklás | | | | Y: | 9845260.605 | |
| EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | | | | |
| N.- | CÓDIGO | FALLA | UNIDAD | ESQUEMA | | | | | |
| 1 | PC | PIEL DE COCODRILO | m2 |  | | | | | |
| 2 | EX | EXUDACIÓN | m2 | | | | | | |
| 3 | AB | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | m2 | | | | | | |
| 4 | AH | ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS | m2 | | | | | | |
| 5 | C | CORRUGACIÓN | m2 | | | | | | |
| 6 | D | DEPRESIÓN | m2 | | | | | | |
| 7 | GB | GRIETA DE BORDE | m | | | | | | |
| 8 | GR | GRIETA DE DEFLEXIÓN DE JUNTA | m | | | | | | |
| 9 | GLT | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | m | | | | | | |
| 10 | DB | DESNIVEL DE CARRIL/BERNA | m | | | | | | |
| 11 | P | PARCHEO | m2 | | | | | | |
| 12 | PA | PULIMENTO DE AGREGADOS | m2 | | | | | | |
| 13 | HU | HUECOS/BACHES | u | | | | | | |
| 14 | CF | ÁREA NO ASFALTADA/ VÍA FERREA | m2 | | | | | | |
| 15 | AE | AHUELLAMIENTO | m2 | | | | | | |
| 16 | DZ | DESPLAZAMIENTO | m2 | | | | | | |
| 17 | GO | GRIETA PARABÓLICA | m2 | | | | | | |
| 18 | HI | HINCHAMIENTO | m2 | | | | | | |
| 19 | M | DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS | m2 | | | | | | |
| FALLA (#) | SEVERIDAD | | | CANTIDADES PARCIALES | | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | |
| | BAJO | MEDIO | ALTO | | | | | | |
| 3 | AB | X | | 1.12 | 0.87 | 0.9744 | 1.36 | 3 | |
| 4 | AH | X | | 0.03 | 0.3 | 0.009 | 0.01 | 1 | |
| 11 | P | | X | 3.86 | 0.7 | 2.702 | 3.78 | 19 | |
| 11 | P | | X | 1.09 | 0.49 | 0.5341 | 0.75 | 8 | |
| 13 | HU | X | | 1 | | 1 | 1.40 | 21 | |
| VALOR DEDUCIDO TOTAL (VDT) | | | | | | | | 52 | |
| PCI= 100- VDC | | | | | | | | 48 | |
| CONDICION DEL PAVIMENTO | | | | | | | | REGULAR | |

Tabla 115.-Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #17.

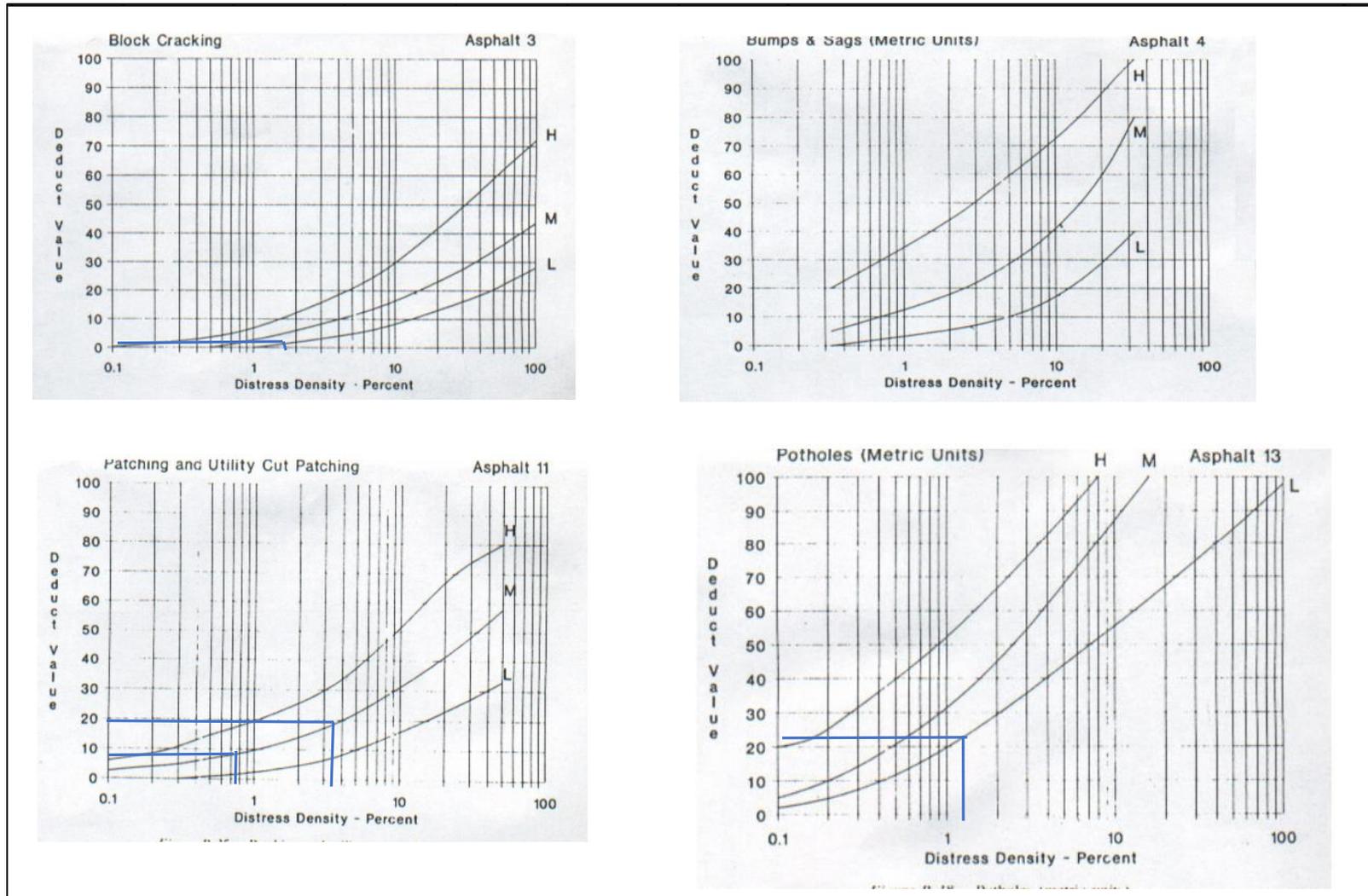


Tabla 119.-Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #18.

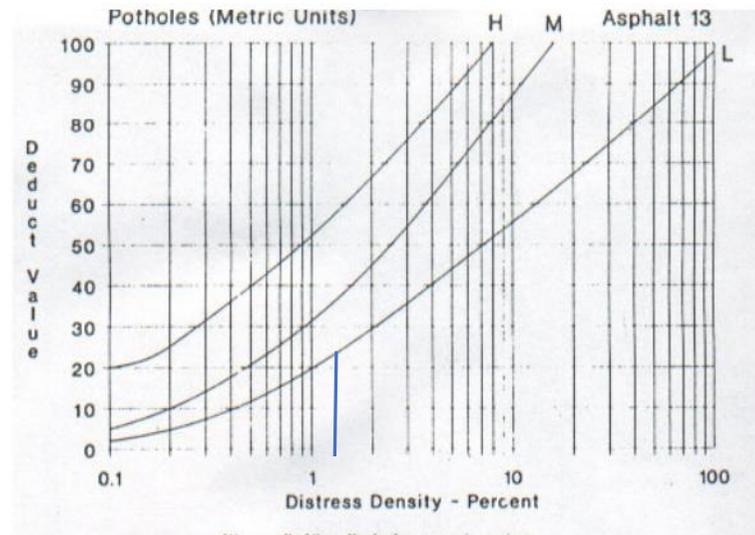
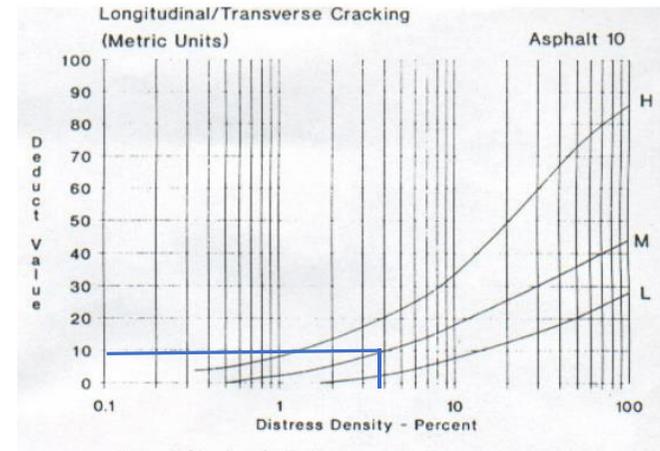
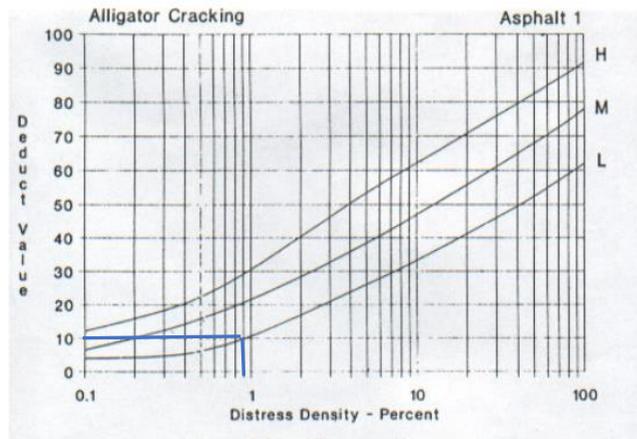


Tabla 123.-Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #19.

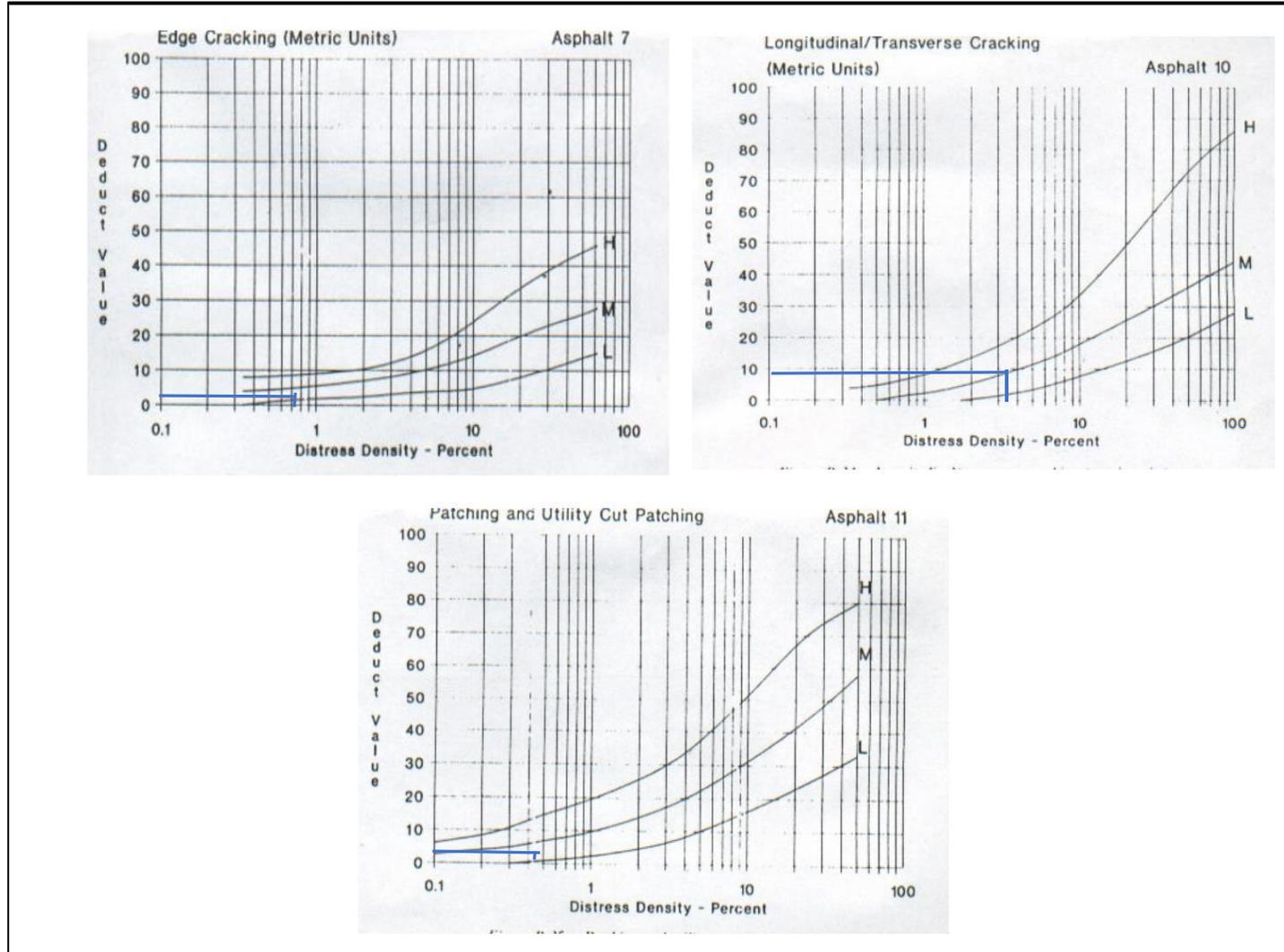
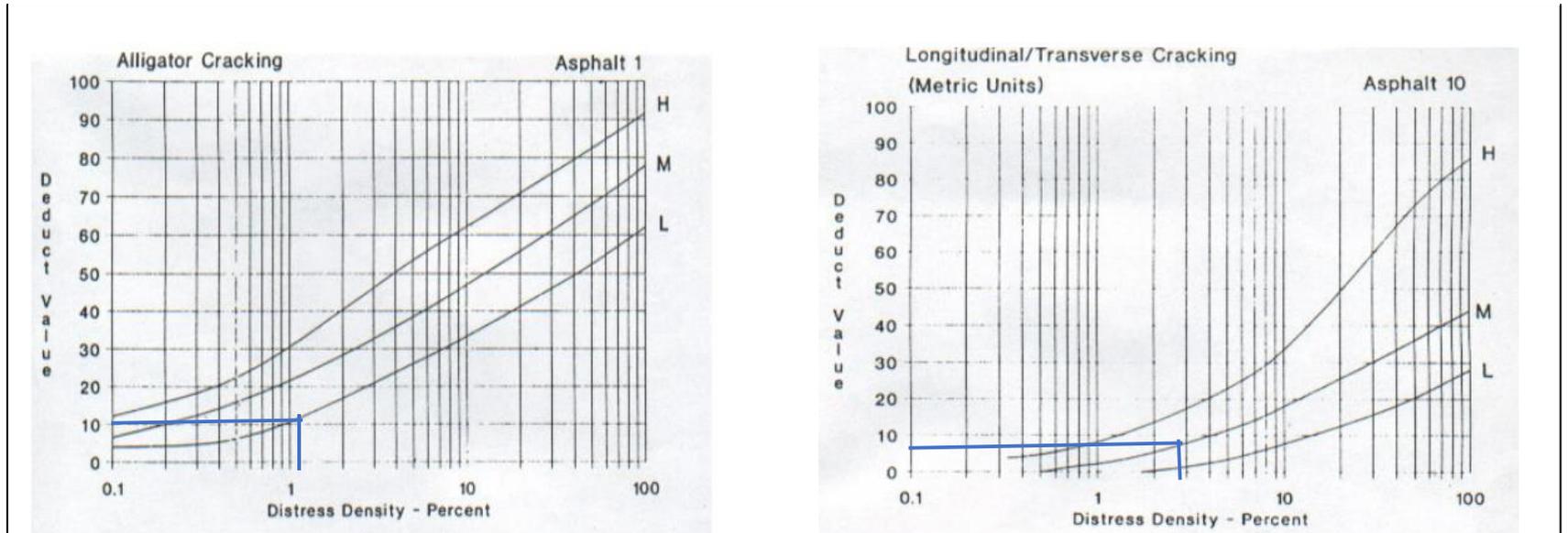


Tabla 127.- Valores deducidos de fallas presentes en la unidad de muestreo #20.



ANEXO 3

ESTUDIO DE

SUELOS

| CALICATA #1 | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | | ENSAYOS |
| ABSCISA | K0+200 | CONTENIDO DE HUMEDAD |
| COORD. NORTE | 9843269,722 | ANÁLISI GRANULOMÉTRICO |
| COORD. ESTE | 761282,103 | LÍMITES DE ATTERBERG |
| PROFUNDIDAD | 1.00M | PROCTOR MODIFICADO TIPO B |
| | | COMPACTACIÓN CBR |

Tabla 130.- Análisis Granulométrico-Calicata 1

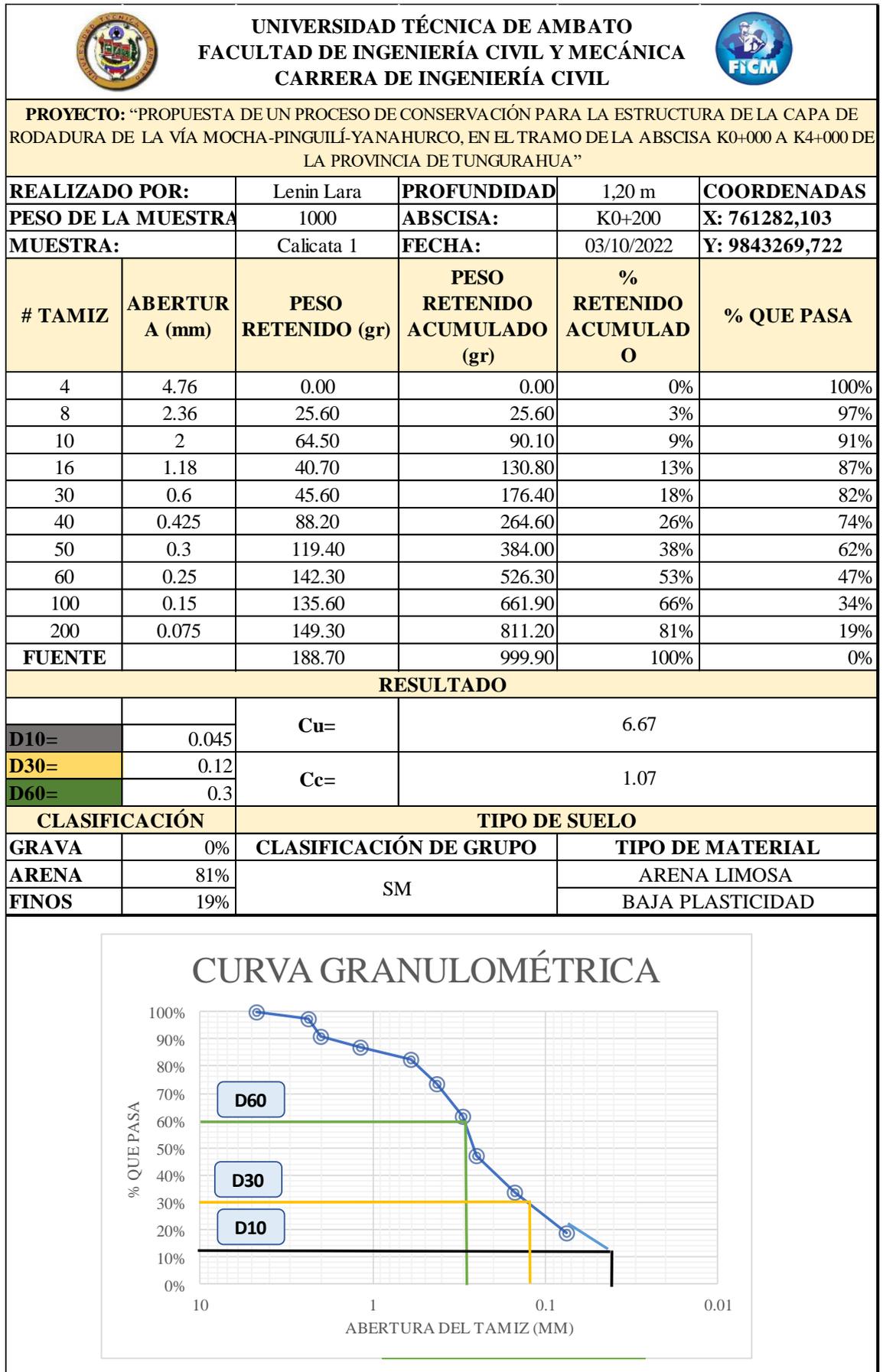


Tabla 133.- Límites de Atterberg-Calicata 1

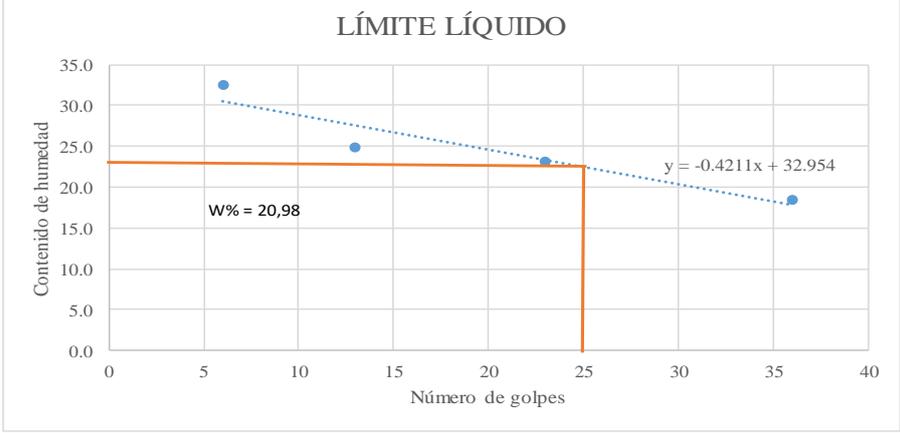
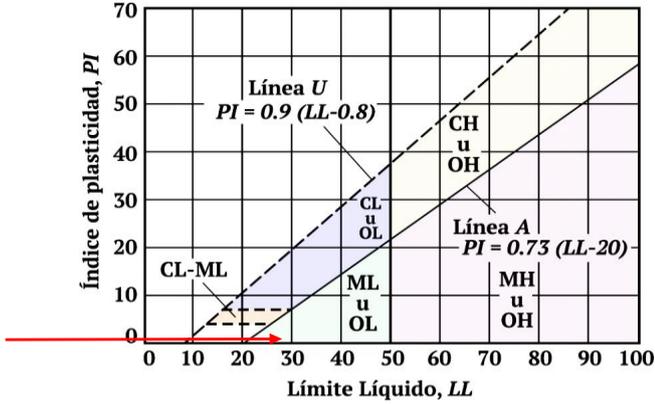
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | | | | |
|---|--|---|-----------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: 03/10/2022 | COORDENADAS | | | | | |
| REALIZADO POR: Lenin Lara | MUESTRA: Calicata 1 | X: 761282.103 | Y: 9843269.722 | | | | | |
| ABSCISA: K0+200 | REVISADO POR: Ing. Milton Aldás | | | | | | | |
| Límite Líquido | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 20.3 | 23.6 | 28.4 | 24.9 | 19.3 | 26.1 | 25.3 | 21.5 |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 18.01 | 20.54 | 25.03 | 22.16 | 17.69 | 23.2 | 23.15 | 19.75 |
| Preso del recipiente (gr) | 10.9 | 11.2 | 11.5 | 11.1 | 10.8 | 10.6 | 11.7 | 10.1 |
| Peso del agua Ww (gr) | 2.29 | 3.06 | 3.37 | 2.74 | 1.61 | 2.9 | 2.15 | 1.75 |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 7.11 | 9.34 | 13.53 | 11.06 | 6.89 | 12.6 | 11.45 | 9.65 |
| Contenido de humedad (W%) | 32.2 | 32.8 | 24.9 | 24.8 | 23.4 | 23.0 | 18.8 | 18.1 |
| Contenido de humedad promedio | 32.49 | | 24.84 | | 23.19 | | 18.46 | |
| Numero de golpes | 6 | | 13 | | 23 | | 36 | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | |
| Límite plástico | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 8.42 | 7.6 | 8.8 | 7.69 | 12.4 | | | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 8.11 | 7.31 | 8.4 | 7.21 | 11.95 | | | |
| Preso del recipiente (gr) | 6.51 | 5.42 | 6.12 | 5.14 | 10.35 | | | |
| Peso del agua Ww (gr) | 0.31 | 0.32 | 0.35 | 0.48 | 0.45 | | | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 1.6 | 1.89 | 2.28 | 2.07 | 1.6 | | | |
| Contenido de humedad (W%) | 19.4 | 16.9 | 15.4 | 23.2 | 28.1 | | | |
| Límite Plástico | 20.59 | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Límite Líquido | | | | 22.43 | | | | |
| Límite Plástico | | | | 20.59 | | | | |
| Índice de Plasticidad | | | | 1.83 | | | | |
|  | | | | | | | | |

Tabla 134.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 1

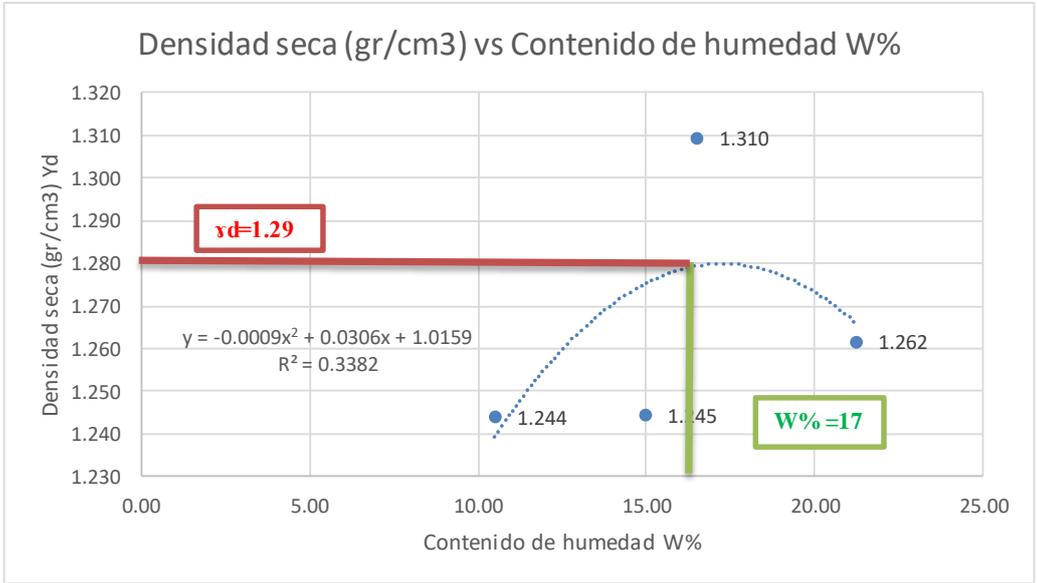
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | | | | |
|--|------------|---|-------------------|-------------------------|--|--------|--------|--------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: | 11/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 1 | X: | 761282.1 | | | |
| ABSCISA: | K0+200 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: | 9843269.7 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| Número de golpes: | | Número de capas: | | Peso del martillo: | | | | |
| 56 | | 5 | | 18´ 15ft | | | | |
| Altura de caída: | | Peso el molde (gr) | | Volumen del molde (cc): | | | | |
| 18´ o 1.5ft | | 12746 | | 2358.959 | | | | |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
| Ensayo número | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad inicial añadida en % | 3 | 6 | 9 | 12 | | | | |
| Humedad inicial añadida en (cc) | 180 | 360 | 540 | 720 | | | | |
| Peso del molde + suelo húmedo (gr) | 15989 | 16121 | 16345 | 16354 | | | | |
| Peso suelo húmedo Wm (gr) | 3243 | 3375 | 3599 | 3608 | | | | |
| Densidad húmeda Ym (gr/cm ³) | 1.375 | 1.431 | 1.526 | 1.529 | | | | |
| OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| # Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr) | 141.36 | 152.4 | 144.65 | 156.1 | 175.6 | 157.3 | 161.8 | 172.1 |
| Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr) | 131.2 | 140.6 | 130.5 | 139.6 | 156.3 | 140.1 | 137.5 | 149.1 |
| Peso del recipiente (Wr) | 31.52 | 31.5 | 32.63 | 32.82 | 34.68 | 39.73 | 31.82 | 30.71 |
| Peso del agua (Ww) | 10.16 | 11.80 | 14.15 | 16.50 | 19.30 | 17.20 | 24.30 | 23.00 |
| Peso de la muestra seca (Ws) | 99.68 | 109.1 | 97.87 | 106.78 | 121.62 | 100.37 | 105.68 | 118.39 |
| Contenido de humedad (W%) | 10.19 | 10.82 | 14.46 | 15.45 | 15.87 | 17.14 | 22.99 | 19.43 |
| Contenido de humedad (W%) promedio | 10.50 | | 14.96 | | 16.50 | | 21.21 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) (Yd) | 1.244 | | 1.245 | | 1.310 | | 1.262 | |
|  | | | | | | | | |
| Densidad seca máxima (Yd) = 1,29 gr/cm³ | | | | | Contenido de humedad óptimo (W%) = 17 % | | | |

Tabla 135.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 1.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | |
|--|------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | |
| NORMAS: | ASTM D-1883 | | COORDENADAS | | MUESTRA: Calicata 1 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | | X: | 761282.103 | ABSCISA: K0+200 | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | | Y: | 9843269.722 | FECHA: 13/10/2022 | |
| ESPECIFICACIONES CBR | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr) | 6000 | | TIPO | PROCTOR MODIFICADO | | |
| PESO MARTILLO (lb) | 10 | | DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³) | | | |
| ALTURA DE CAIDA | 18" | | CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) | | | |
| MOLDE | A | | B | | C | |
| DIMENSIONES | DIÁMETRO | 15.15 | DIÁMETRO | 15.13 | DIÁMETRO | 15.21 |
| | ALTURA | 12.5 | ALTURA | 12.55 | ALTURA | 12.71 |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
| MOLDE N° | M1 | | M2 | | M3 | |
| N° DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES | 56 | | 27 | | 11 | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | ANTES DE REMOJO | | | | | |
| SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr) | 11695 | | 11172 | | 10525 | |
| PESO MOLDE (gr) | 7559 | | 7225 | | 6680 | |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 4136 | | 3947 | | 3845 | |
| VOLUMEN DE MUESTRA (cm ³) | 2253.34 | | 2256.38 | | 2309.38 | |
| P. UNITARIO HUM. γ_m (gr/cm ³) | 1.84 | | 1.75 | | 1.66 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE |
| RECIPIENTE N° | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| P. HÚMEDO + RECIPIENTE (gr) | 179.5 | 166.3 | 110.6 | 121.5 | 119.8 | 127.9 |
| P. SECO + RECIPIENTE (gr) | 160.8 | 143.8 | 100 | 107.3 | 105 | 111.3 |
| PESO RECIPIENTE (gr) | 32 | 33.5 | 27 | 25.5 | 25.3 | 24.5 |
| PESO AGUA (gr) | 19 | 22.8 | 10.9 | 14.5 | 15 | 16.1 |
| PESO SUELO SECO (gr) | 128.8 | 110.3 | 73 | 81.8 | 79.7 | 86.8 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 14.52 | 20.40 | 14.52 | 17.36 | 18.57 | 19.12 |
| CONT. DE HUMEDAD PORM. (%) | 17.46 | | 15.94 | | 18.85 | |
| PESO UNITARIO SECO γ_d (gr/cm³) | 1.563 | | 1.509 | | 1.401 | |

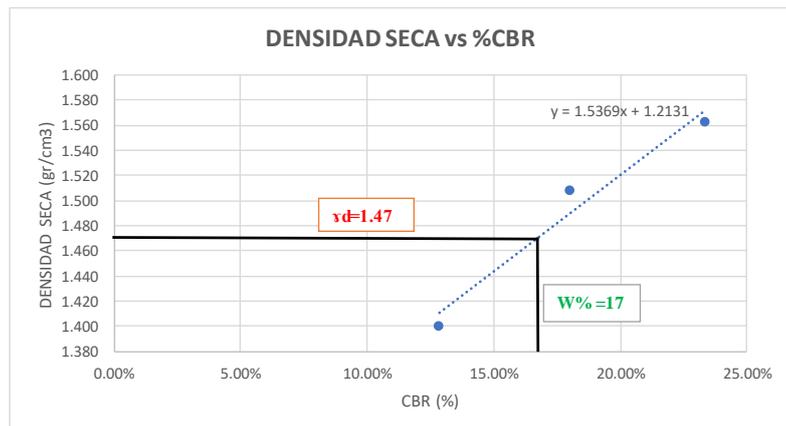
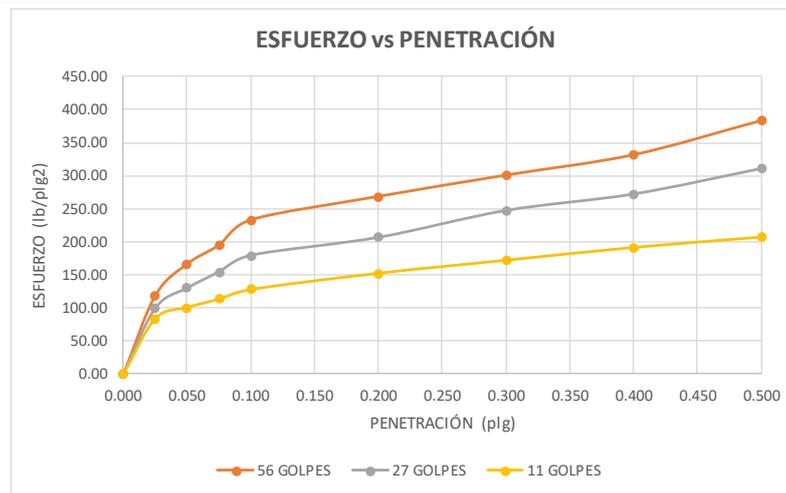


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | | MUESTRA: | Calicata 1 | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 761282.103 | ABSCISA: | K0+200 | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9843269.722 | FECHA: | 17/10/2022 | |
| ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN | | | | | | |
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS) | ÁREA DEL PISTÓN | 3 | VEL. DE CARGA: 1.27 mm/min | | MUESTRA: SUBRASANTE | |
| Nº MOLDE | 56 | | 27 | | 11 | |
| PENETRACIÓN (plg) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.025 | 357.00 | 119.00 | 300.40 | 100.13 | 253.20 | 84.40 |
| 0.050 | 500.30 | 166.77 | 391.40 | 130.47 | 303.30 | 101.10 |
| 0.075 | 586.10 | 195.37 | 465.30 | 155.10 | 341.80 | 113.93 |
| 0.100 | 700.50 | 233.50 | 540.20 | 180.07 | 385.40 | 128.47 |
| 0.200 | 806.70 | 268.90 | 621.50 | 207.17 | 459.20 | 153.07 |
| 0.300 | 903.20 | 301.07 | 743.60 | 247.87 | 518.30 | 172.77 |
| 0.400 | 995.60 | 331.87 | 818.10 | 272.70 | 576.40 | 192.13 |
| 0.500 | 1150.30 | 383.43 | 933.60 | 311.20 | 623.60 | 207.87 |
| Nº MOLDE | PRESIÓN (lb/plg ²) | | CBR 0.1 (plg) | | DENSIDAD SECA | |
| A | 233.50 | | 23.35% | | 1.563 | |
| B | 180.07 | | 18.01% | | 1.509 | |
| C | 128.47 | | 12.85% | | 1.401 | |
| DENSIDAD SECA MÁX. | | | 1.563 | | | |
| 95% | | | 1.48 | | | |
| % CBR 0.1 (plg.) | | | 17% | | | |



| CALICATA #2 | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | | ENSAYOS |
| ABSCISA | K0+600 | CONTENIDO DE HUMEDAD |
| COORD. NORTE | 9843380,574 | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO |
| COORD. ESTE | 761656,125 | LÍMITES DE ATTERBERG |
| PROFUNDIDAD | 1.00M | PROCTOR MODIFICADO TIPO B |
| | | COMPACTACIÓN CBR |

Tabla 136.- Análisis granulométrico-Calicata 2

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | |
|---|----------------|---|------------------------------|-----------------------|------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | PROFUNDIDAD | 1,20 m | COORDENADAS | |
| PESO DE LA MUESTR | 1000 | ABSCISA: | K0+600 | X: 761656,125 | |
| MUESTRA: | Calicata 2 | FECHA: | 04/10/2022 | Y: 9843380,574 | |
| # TAMIZ | ABERTUR A (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO RETENIDO ACUMULADO (gr) | % RETENIDO ACUMULAD O | % QUE PASA |
| 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0% | 100% |
| 8 | 2.36 | 6.54 | 6.54 | 1% | 99% |
| 10 | 2 | 26.10 | 32.64 | 3% | 97% |
| 16 | 1.18 | 30.80 | 63.44 | 6% | 94% |
| 30 | 0.6 | 55.40 | 118.84 | 12% | 88% |
| 40 | 0.425 | 121.30 | 240.14 | 24% | 76% |
| 50 | 0.3 | 150.54 | 390.68 | 39% | 61% |
| 60 | 0.25 | 121.90 | 512.58 | 51% | 49% |
| 100 | 0.15 | 98.70 | 611.28 | 61% | 39% |
| 200 | 0.075 | 153.10 | 764.38 | 76% | 24% |
| FUENTE | | 235.60 | 999.98 | 100% | 0% |
| RESULTADO | | | | | |
| D10= | 0.03 | Cu= | 10.00 | | |
| D30= | 0.1 | Cc= | 1.11 | | |
| D60= | 0.3 | | | | |
| CLASIFICACIÓN | | TIPO DE SUELO | | | |
| GRAVA | 0% | CLASIFICACIÓN DE GRUPO | TIPO DE MATERIAL | | |
| ARENA | 76% | SM | ARENA LIMOSA | | |
| FINOS | 24% | | BAJA PLASTICIDAD | | |
| <p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> | | | | | |

Tabla 139.- Límites de Atterberg-Calicata 2.

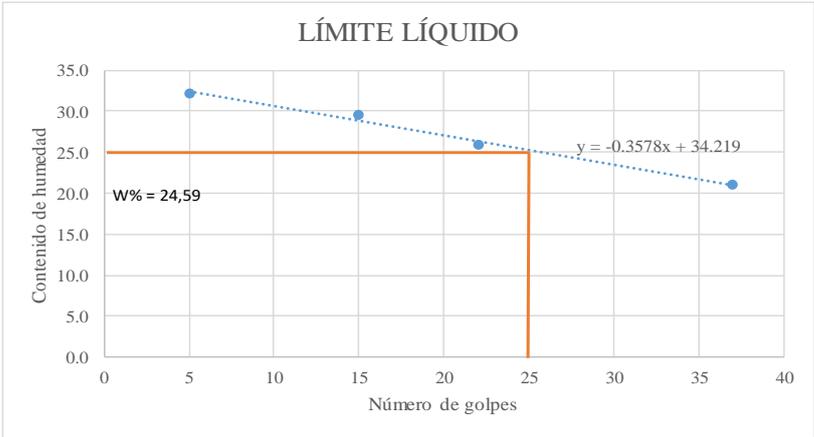
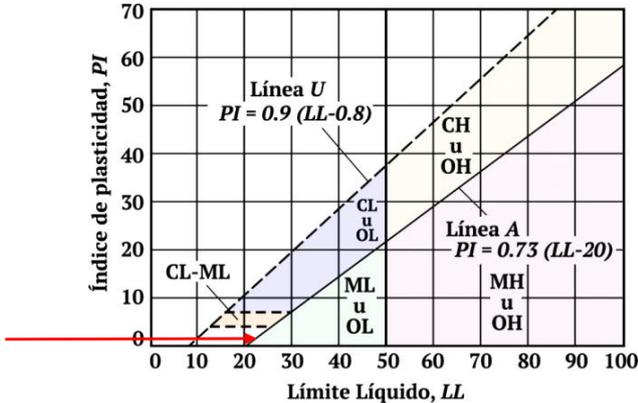
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | |
|---|--------|------------|---------------|----------------------|------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGULI | | | FECHA: | | 04/10/2022 | | COORDENADAS | |
| REALIZADO POR: | | Lenin Lara | | MUESTRA: | | Calicata 2 | | X: 761656.125 |
| ABSCISA: | | K0+600 | | REVISADO POR: | | Ing. Milton Aldás | | Y: 9843380.574 |
| Límite Líquido | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 39.11 | 41.79 | 34.56 | 38.33 | 33.45 | 31.10 | 39.12 | 38.90 |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 37.10 | 39.54 | 32.69 | 36.09 | 31.33 | 29.10 | 37.96 | 37.54 |
| Preso del recipiente (gr) | 30.89 | 32.50 | 26.44 | 28.40 | 23.14 | 21.40 | 32.64 | 30.80 |
| Peso del agua Ww (gr) | 2.01 | 2.25 | 1.87 | 2.24 | 2.12 | 2 | 1.16 | 1.36 |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 6.21 | 7.04 | 6.25 | 7.69 | 8.19 | 7.70 | 5.32 | 6.74 |
| Contenido de humedad (W%) | 32.4 | 32.0 | 29.9 | 29.1 | 25.9 | 26.0 | 21.8 | 20.2 |
| Contenido de humedad promedio | 32.164 | | 29.52 | | 25.93 | | 20.99 | |
| Numero de golpes | 5 | | 15 | | 22 | | 37 | |
|  | | | | | | | | |
| Límite plástico | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 12.11 | 12.0 | 12.3 | 11.62 | 13.67 | | | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 11.98 | 11.75 | 12.01 | 11.42 | 13.41 | | | |
| Preso del recipiente (gr) | 11.51 | 10.82 | 10.8 | 10.4 | 12.1 | | | |
| Peso del agua Ww (gr) | 0.13 | 0.22 | 0.3 | 0.2 | 0.26 | | | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 0.47 | 0.93 | 1.21 | 1.02 | 1.31 | | | |
| Contenido de humedad (W%) | 27.7 | 23.7 | 24.8 | 19.6 | 19.8 | | | |
| Límite Plástico | | | | | | 23.11 | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Límite Líquido | | | | | | 25.27 | | |
| Límite Plástico | | | | | | 23.1 | | |
| Índice de Plasticidad | | | | | | 2.16 | | |
|  | | | | | | | | |

Tabla 142.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 1

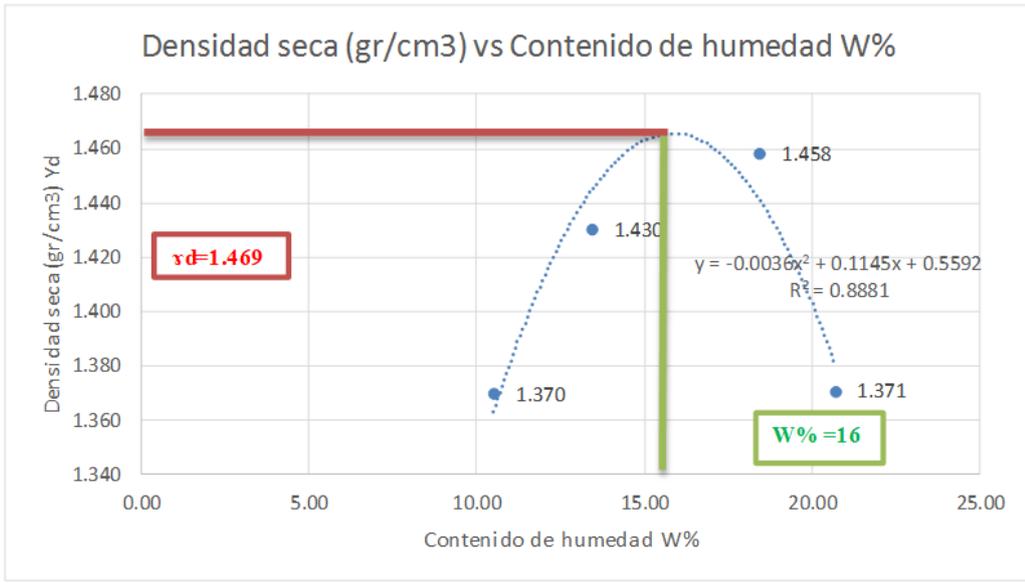
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | | | | |
|--|--------------------|---|-------------------|--------------------|--|-------|-------|--------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: | 11/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 2 | X: | 761656.125 | | | |
| ABCISA: | K0+600 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: | 9843380.574 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| Número de golpes: | Número de capas: | Peso del martillo: | | | | | | |
| 56 | 5 | 18' 15ft | | | | | | |
| Altura de caída: | Peso el molde (gr) | Volumen del molde (cc): | | | | | | |
| 18' o 1.5ft | 13912 | 2261.950 | | | | | | |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
| Ensayo número | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad inicial añadida en % | 3 | 6 | 9 | 12 | | | | |
| Humedad inicial añadida en (cc) | 180 | 360 | 540 | 720 | | | | |
| Peso del molde + suelo húmedo (gr) | 17401 | 17651 | 17893 | 17725 | | | | |
| Peso suelo húmedo Wm (gr) | 3489 | 3739 | 3981 | 3813 | | | | |
| Densidad húmeda Ym (gr/cm3) | 1.514 | 1.622 | 1.727 | 1.655 | | | | |
| OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| # Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr) | 125.4 | 122.3 | 113.2 | 114.6 | 108.7 | 125.6 | 206.5 | 203.1 |
| Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr) | 115.6 | 113.4 | 102.5 | 104.2 | 95.2 | 111.2 | 175.1 | 174.5 |
| Peso del recipiente (Wr) | 26.4 | 24.8 | 24.6 | 25.1 | 27.1 | 26.9 | 31.4 | 28.09 |
| Peso del agua (Ww) | 9.80 | 8.90 | 10.70 | 10.40 | 13.50 | 14.40 | 31.40 | 28.60 |
| Peso de la muestra seca (Ws) | 89.2 | 88.6 | 77.9 | 79.1 | 68.1 | 84.3 | 143.7 | 146.41 |
| Contenido de humedad (W%) | 10.99 | 10.05 | 13.74 | 13.15 | 19.82 | 17.08 | 21.85 | 19.53 |
| Contenido de humedad (W%) promedio | 10.52 | | 13.44 | | 18.45 | | 20.69 | |
| Densidad seca (gr/cm3) (Yd) | 1.370 | | 1.430 | | 1.458 | | 1.371 | |
|  | | | | | | | | |
| Densidad seca máxima (Yd) = 1.469 gr/cm3 | | | | | Contenido de humedad óptimo (W%) = 17 % | | | |

Tabla 145.- Ensayo de compactación CBR-Calicata 1.

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |  | |
|---|------------------------|--|--------------------|---------------------|----------------|---|--|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | |
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | | MUESTRA: Calicata 2 | | | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 761656.125 | ABCISA: K0+600 | | | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9843380.574 | FECHA: 13/10/2022 | | | |
| ESPECIFICACIONES CBR | | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr) | 6000 | TIPO | PROCTOR MODIFICADO | | | | |
| PESO MARTILLO (lb) | 10 | DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³) | | | | | |
| ALTURA DE CAIDA | 18" | CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) | | | | | |
| MOLDE | A | | B | | C | | |
| DIMENSIONES | DIÁMETRO | 15.15 | DIÁMETRO | 15.13 | DIÁMETRO | 15.21 | |
| | ALTURA | 12.5 | ALTURA | 12.55 | ALTURA | 12.71 | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | | |
| MOLDE N° | M1 | M2 | M3 | | | | |
| N° DE CAPAS | 5 | 5 | 5 | | | | |
| N° DE GOLPES | 56 | 27 | 11 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | ANTES DE REMOJO | | | | | | |
| SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr) | 13824 | 12212 | 9670 | | | | |
| PESO MOLDE (gr) | 9605 | 8205 | 5815 | | | | |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 4219 | 4007 | 3855 | | | | |
| VOLUMEN DE MUESTRA (cm ³) | 2253.34 | 2256.38 | 2309.38 | | | | |
| P. UNITARIO HUM. γ_m (gr/cm ³) | 1.87 | 1.78 | 1.67 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | |
| RECIPIENTE N° | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | |
| P. HÚMEDO + RECIPIENTE (gr) | 128.2 | 129.8 | 136 | 124.4 | 126.6 | 133.2 | |
| P. SECO + RECIPIENTE (gr) | 114.3 | 115.5 | 121.2 | 110.9 | 113.2 | 120.1 | |
| PESO RECIPIENTE (gr) | 26.9 | 25 | 26.8 | 26.5 | 26.9 | 24.5 | |
| PESO AGUA (gr) | 16.7 | 17.3 | 16.8 | 16.5 | 16.4 | 16.5 | |
| PESO SUELO SECO (gr) | 87.4 | 90.5 | 94.4 | 84.4 | 86.3 | 95.6 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 15.90 | 15.80 | 15.68 | 16.00 | 15.53 | 13.70 | |
| CONT. DE HUMEDAD PORM. (%) | 15.85 | | 15.84 | | 14.62 | | |
| PESO UNITARIO SECO γ_d (gr/cm³) | 1.616 | | 1.533 | | 1.456 | | |



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

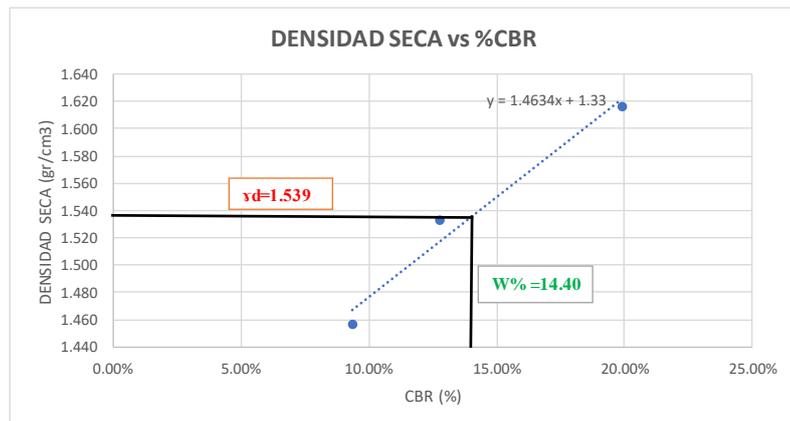
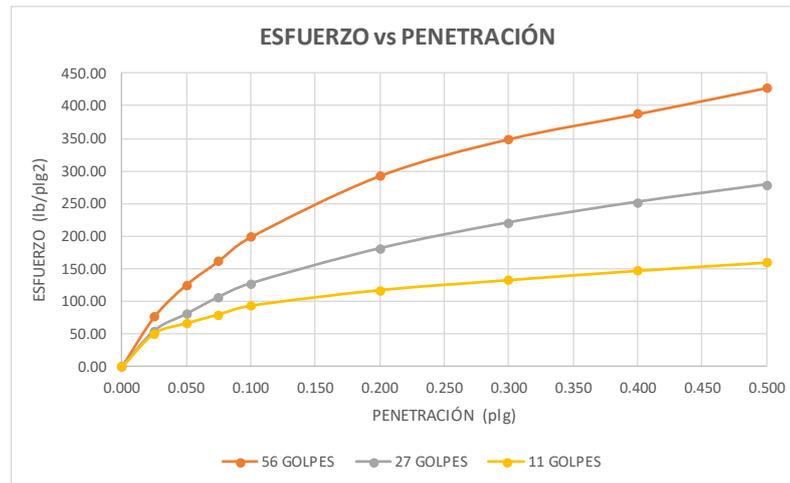


PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

| | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | MUESTRA: | Calicata 2 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 761656.125 | ABSCISA: | K0+600 |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9843380.574 | FECHA: | 17/10/2022 |

ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS) | ÁREA DEL PISTÓN | 3 | VEL. DE CARGA: 1.27 mm/min | | MUESTRA: SUBRASANTE | |
| Nº MOLDE | 56 | | 27 | | 11 | |
| PENETRACIÓN (plg) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.025 | 229.30 | 76.43 | 166.70 | 55.57 | 152.80 | 50.93 |
| 0.050 | 377.20 | 125.73 | 243.60 | 81.20 | 200.10 | 66.70 |
| 0.075 | 486.10 | 162.03 | 321.20 | 107.07 | 240.50 | 80.17 |
| 0.100 | 597.20 | 199.07 | 383.80 | 127.93 | 281.20 | 93.73 |
| 0.200 | 878.20 | 292.73 | 544.20 | 181.40 | 352.50 | 117.50 |
| 0.300 | 1047.60 | 349.20 | 663.10 | 221.03 | 398.40 | 132.80 |
| 0.400 | 1163.50 | 387.83 | 757.50 | 252.50 | 441.20 | 147.07 |
| 0.500 | 1283.30 | 427.77 | 837.30 | 279.10 | 478.70 | 159.57 |
| Nº MOLDE | PRESIÓN (lb/plg ²) | | CBR 0.1 (plg) | | DENSIDAD SECA | |
| A | 199.07 | | 19.91% | | 1.616 | |
| B | 127.93 | | 12.79% | | 1.533 | |
| C | 93.73 | | 9.37% | | 1.456 | |
| DENSIDAD SECA MÁX. | | | 1.616 | | | |
| 95% | | | 1.54 | | | |
| % CBR 0.1 (plg.) | | | 14.40% | | | |



| CALICATA #3 | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | | ENSAYOS |
| ABSCISA | K1+400 | CONTENIDO DE HUMEDAD |
| COORD. NORTE | 9843808,119 | ANÁLISI GRANULOMÉTRICO |
| COORD. ESTE | 762272,752 | LÍMITES DE ATTERBERG |
| PROFUNDIDAD | 1.00M | PROCTOR MODIFICADO TIPO B |
| | | COMPACTACIÓN CBR |

Tabla 146.- Análisis Granulométrico-Calicata 3.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | |
|---|----------------|---|------------------------------|-----------------------|------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | PROFUNDIDAD: | 1,20 m | COORDENADAS | |
| PESO DE LA MUESTR | 1000 | ABSCISA: | K1+400 | X: 762272,752 | |
| MUESTRA: | Calicata 3 | FECHA: | 04/10/2022 | Y: 9843808,119 | |
| # TAMIZ | ABERTUR A (mm) | PESO RETENID O (gr) | PESO RETENIDO ACUMULADO (gr) | % RETENIDO ACUMULAD O | % QUE PASA |
| 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0% | 100% |
| 8 | 2.36 | 32.60 | 32.60 | 3% | 97% |
| 10 | 2 | 35.10 | 67.70 | 7% | 93% |
| 16 | 1.18 | 81.80 | 149.50 | 15% | 85% |
| 30 | 0.6 | 98.30 | 247.80 | 25% | 75% |
| 40 | 0.425 | 95.30 | 343.10 | 34% | 66% |
| 50 | 0.3 | 98.60 | 441.70 | 44% | 56% |
| 60 | 0.25 | 101.20 | 542.90 | 54% | 46% |
| 100 | 0.15 | 105.60 | 648.50 | 65% | 35% |
| 200 | 0.075 | 142.10 | 790.60 | 79% | 21% |
| FUENTE | | 209.30 | 999.90 | 100% | 0% |
| RESULTADO | | | | | |
| D10= | 0.04 | Cu= | 8.75 | | |
| D30= | 0.12 | Cc= | 1.03 | | |
| D60= | 0.35 | | | | |
| CLASIFICACIÓN | | TIPO DE SUELO | | | |
| GRAVA | 0% | CLASIFICACIÓN DE GRUPO | SM | | |
| ARENA | 79% | | | | |
| FINOS | 21% | | | | |
| | | TIPO DE MATERIAL | | | |
| | | ARENA LIMOSA | | | |
| | | BAJA PLASTICIDAD | | | |
| <p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> <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 (10, 1, 0.1, 0.01). The y-axis represents the percentage of material passing (0% to 100%). The curve shows a typical soil distribution with most material between 0.1mm and 1mm. Three specific points are highlighted: D10 at 0.04mm (15% passing), D30 at 0.12mm (35% passing), and D60 at 0.35mm (65% passing).</p> | | | | | |

Tabla 149.- Límites de Atterberg-Calicata 3.

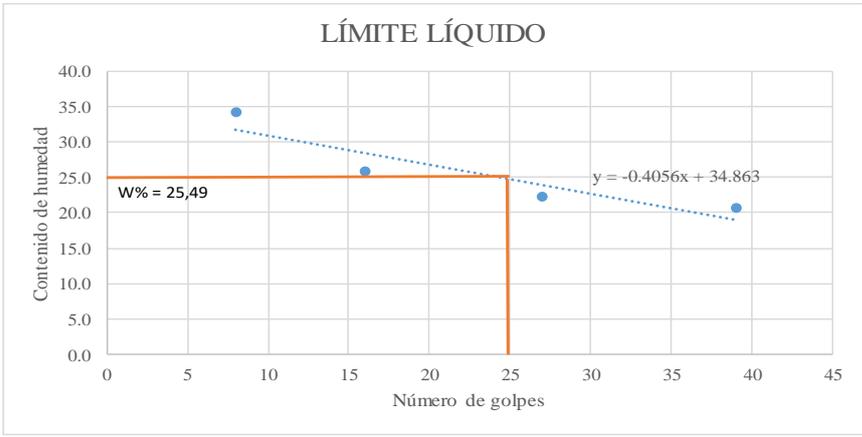
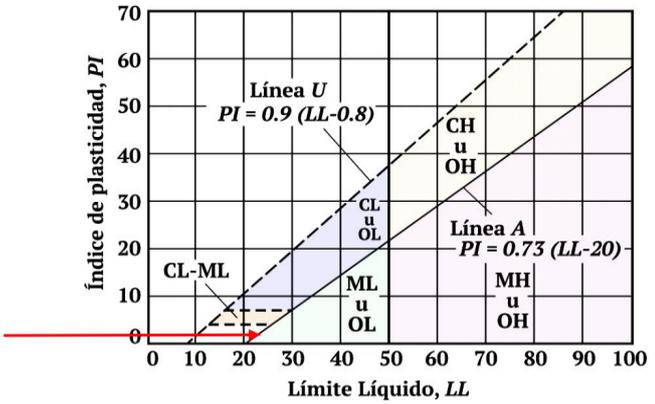
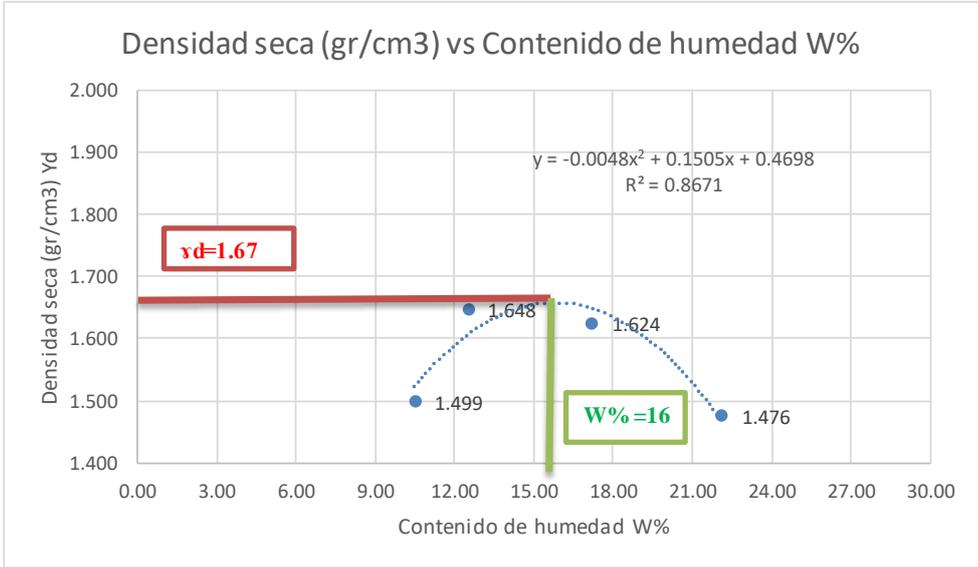
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | |
|--|-------|------------|----------------------|-------|-------------------|--------------------|--------------------|-------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGULÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGULI | | | FECHA: | | 410/10/2022 | COORDENADAS | | |
| REALIZADO POR: | | Lenin Lara | MUESTRA: | | Calicata 3 | X: | 762272.752 | |
| ABCISA: | | K1+400 | REVISADO POR: | | Ing. Milton Aldás | Y: | 9843808.119 | |
| Límite Líquido | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 50.15 | 49.45 | 56.45 | 65.17 | 42.36 | 51.37 | 57.62 | 62.37 |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 43.25 | 42.21 | 49.9 | 58.47 | 39.87 | 44.98 | 52.54 | 55.67 |
| Preso del recipiente (gr) | 20.51 | 23.15 | 26.4 | 30.15 | 25.74 | 21.36 | 27.31 | 24.12 |
| Peso del agua Ww (gr) | 6.9 | 7.24 | 6.55 | 6.7 | 2.49 | 6.39 | 5.08 | 6.7 |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 22.74 | 19.06 | 23.5 | 28.32 | 14.13 | 23.62 | 25.23 | 31.55 |
| Contenido de humedad (W%) | 30.3 | 38.0 | 27.9 | 23.7 | 17.6 | 27.1 | 20.1 | 21.2 |
| Contenido de humedad promedio | 34.16 | | 25.77 | | 22.34 | | 20.69 | |
| Numero de golpes | 8 | | 16 | | 27 | | 39 | |
|  | | | | | | | | |
| Límite plástico | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 10.12 | 7.24 | 8.10 | 8.42 | 7.45 | | | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 9.75 | 7.01 | 7.8 | 8.12 | 7.05 | | | |
| Preso del recipiente (gr) | 8.47 | 5.98 | 6.21 | 6.42 | 5.12 | | | |
| Peso del agua Ww (gr) | 0.37 | 0.23 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | | | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 1.28 | 1.03 | 1.59 | 1.7 | 1.93 | | | |
| Contenido de humedad (W%) | 28.9 | 22.3 | 18.9 | 17.6 | 20.7 | | | |
| Límite Plástico | | | | | | | | 21.70 |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Limite Líquido | | | | | | | | 25.49 |
| Limite Plástico | | | | | | | | 21.70 |
| Índice de Plasticidad | | | | | | | | 3.80 |
|  | | | | | | | | |

Tabla 152.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 3.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | | | | |
|---|--------------------|---|-------------------|----------------------|--------|--------|-------|--------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGULÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCSISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGULI | | FECHA: | 11/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 3 | X: 762272.752 | | | | |
| ABSCISA: | K1+400 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: 9843808.12 | | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| Número de golpes: | Número de capas: | Peso del martillo: | | | | | | |
| 56 | 5 | 18´ 15ft | | | | | | |
| Altura de caída: | Peso el molde (gr) | Volumen del molde (cc): | | | | | | |
| 18´ o 1.5ft | 15363 | 2271.960 | | | | | | |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
| Ensayo número | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad inicial añadida en % | 3 | 6 | 9 | 12 | | | | |
| Humedad inicial añadida en (cc) | 180 | 360 | 540 | 720 | | | | |
| Peso del molde + suelo húmedo (gr) | 19124 | 19574 | 19687 | 19457 | | | | |
| Peso suelo húmedo Wm (gr) | 3761 | 4211 | 4324 | 4094 | | | | |
| Densidad húmeda Ym (gr/cm ³) | 1.655 | 1.853 | 1.903 | 1.802 | | | | |
| OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| # Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr) | 143.7 | 151.2 | 217.8 | 140.8 | 176.9 | 191.8 | 207.6 | 178.6 |
| Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr) | 133.5 | 139.4 | 197.1 | 128.9 | 156.3 | 167.9 | 175.1 | 152.4 |
| Peso del recipiente (Wr) | 31.7 | 31.3 | 34.1 | 31.9 | 32.45 | 33.14 | 31.6 | 30.78 |
| Peso del agua (Ww) | 10.20 | 11.80 | 20.70 | 11.90 | 20.60 | 23.90 | 32.50 | 26.20 |
| Peso de la muestra seca (Ws) | 101.8 | 108.1 | 163 | 97 | 123.85 | 134.76 | 143.5 | 121.62 |
| Contenido de humedad (W%) | 10.02 | 10.92 | 12.70 | 12.27 | 16.63 | 17.74 | 22.65 | 21.54 |
| Contenido de humedad (W%) promedio | 10.47 | | 12.48 | | 17.18 | | 22.10 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) (Yd) | 1.499 | | 1.648 | | 1.624 | | 1.476 | |

Densidad seca (gr/cm³) vs Contenido de humedad W%



| | | |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| Densidad seca máxima (Yd) = | 1,67gr/cm³ | Contenido de humedad óptimo (W%) = 16 % |
|------------------------------------|------------------------------|--|

Tabla 155.- Ensayo de compactación CBR-Calicata 3.

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |  | |
|---|------------------------|--|--------------------|---------------------|----------------|---|--|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | |
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | | MUESTRA: Calicata 3 | | | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 762272.752 | ABSCISA: K1+400 | | | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9843808.119 | FECHA:14/10/2022 | | | |
| ESPECIFICACIONES CBR | | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr) | 6000 | TIPO | PROCTOR MODIFICADO | | | | |
| PESO MARTILLO (lb) | 10 | DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³) | | | | | |
| ALTURA DE CAIDA | 18" | CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) | | | | | |
| MOLDE | A | | B | | C | | |
| DIMENSIONES | DIÁMETRO | 15.2 | DIÁMETRO | 15 | DIÁMETRO | 15.1 | |
| | ALTURA | 12.2 | ALTURA | 12.5 | ALTURA | 12.5 | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | | |
| MOLDE N° | M1 | M2 | M3 | | | | |
| N° DE CAPAS | 5 | 5 | 5 | | | | |
| N° DE GOLPES | 56 | 27 | 11 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | ANTES DE REMOJO | | | | | | |
| SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr) | 12040 | 10826 | 10104 | | | | |
| PESO MOLDE (gr) | 7546 | 7265 | 7024 | | | | |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 4494 | 3561 | 3080 | | | | |
| VOLUMEN DE MUESTRA (cm ³) | 2213.80 | 2208.94 | 2238.49 | | | | |
| P. UNITARIO HUM. γ_m (gr/cm ³) | 2.03 | 1.61 | 1.38 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | |
| RECIPIENTE N° | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | |
| P. HÚMEDO + RECIPIENTE (gr) | 103.9 | 113.6 | 117.8 | 105.9 | 120.2 | 127.5 | |
| P. SECO + RECIPIENTE (gr) | 93.2 | 101 | 105.5 | 94.4 | 107.8 | 113.5 | |
| PESO RECIPIENTE (gr) | 26.9 | 24.9 | 24.5 | 25.0 | 24.5 | 24.7 | |
| PESO AGUA (gr) | 11.2 | 12.6 | 12.5 | 11.9 | 12.6 | 13.9 | |
| PESO SUELO SECO (gr) | 66.3 | 76.1 | 81 | 69.4 | 83.3 | 88.8 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 16.14 | 16.56 | 15.19 | 16.57 | 14.89 | 15.77 | |
| CONT. DE HUMEDAD PORM. (%) | 16.35 | | 15.88 | | 15.33 | | |
| PESO UNITARIO SECO γ_d (gr/cm³) | 1.745 | | 1.391 | | 1.193 | | |



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



PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

| | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | MUESTRA: | Calicata 3 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 762272.752 | ABSCISA: | K1+400 |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9843808.119 | FECHA: | 17/10/2022 |

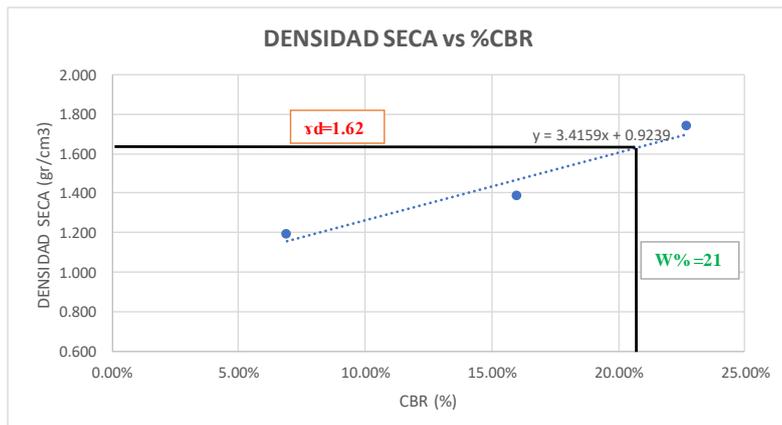
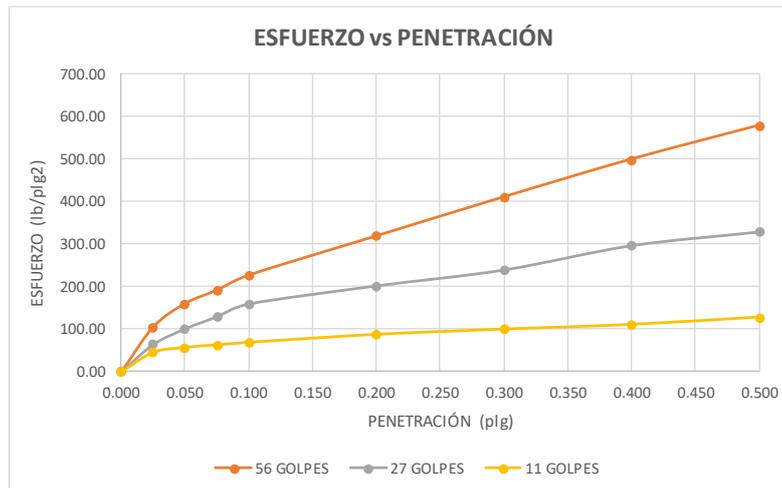
ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| | | | | |
|---|-----------------|---|----------------------------|---------------------|
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS) | ÁREA DEL PISTÓN | 3 | VEL. DE CARGA: 1.27 mm/min | MUESTRA: SUBRASANTE |
|---|-----------------|---|----------------------------|---------------------|

| Nº MOLDE | 56 | | 27 | | 11 | |
|-------------------|---------|--------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|
| PENETRACIÓN (plg) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.025 | 316.20 | 105.40 | 192.40 | 64.13 | 137.20 | 45.73 |
| 0.050 | 481.50 | 160.50 | 303.20 | 101.07 | 171.20 | 57.07 |
| 0.075 | 575.50 | 191.83 | 389.30 | 129.77 | 190.10 | 63.37 |
| 0.100 | 681.20 | 227.07 | 479.50 | 159.83 | 207.00 | 69.00 |
| 0.200 | 957.50 | 319.17 | 606.80 | 202.27 | 263.50 | 87.83 |
| 0.300 | 1232.50 | 410.83 | 719.50 | 239.83 | 300.10 | 100.03 |
| 0.400 | 1498.20 | 499.40 | 891.00 | 297.00 | 333.20 | 111.07 |
| 0.500 | 1736.40 | 578.80 | 988.10 | 329.37 | 385.00 | 128.33 |

| Nº MOLDE | PRESIÓN (lb/plg ²) | CBR 0.1 (plg) | DENSIDAD SECA |
|----------|--------------------------------|---------------|---------------|
| A | 227.07 | 22.71% | 1.745 |
| B | 159.83 | 15.98% | 1.391 |
| C | 69.00 | 6.90% | 1.193 |

| | |
|--------------------|--------|
| DENSIDAD SECA MÁX. | 1.745 |
| 95% | 1.66 |
| % CBR 0.1 (plg.) | 21.00% |



| CALICATA #4 | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | | ENSAYOS |
| ABSCISA | K1+800 | CONTENIDO DE HUMEDAD |
| COORD. NORTE | 9844097,420 | ANÁLISI GRANULOMÉTRICO |
| COORD. ESTE | 762517,772 | LÍMITES DE ATTERBERG |
| PROFUNDIDAD | 1.00M | PROCTOR MODIFICADO TIPO B |
| | | COMPACTACIÓN CBR |

Tabla 156.- Análisis Granulométrico-Calicata 4.

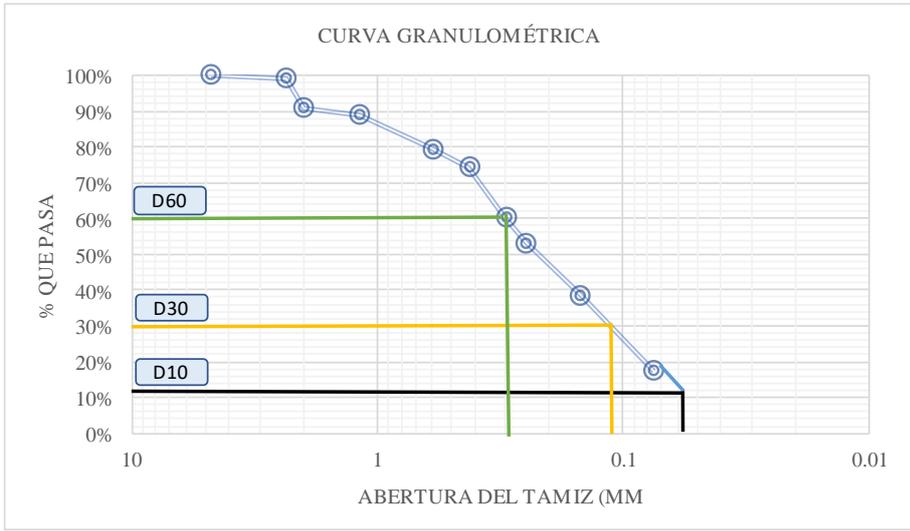
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | |
|---|----------------|---|------------------------------|-------------------------|------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | PROFUNDIDAD: | 1,20 m | COORDENADAS | |
| PESO DE LA MUESTR | 1000 | ABSCISA: | K1+800 | X: 762517,772 | |
| MUESTRA: | Calicata 4 | FECHA: | 05/10/2022 | Y: 9844097,420 | |
| # TAMIZ | ABERTUR A (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO RETENIDO ACUMULADO (gr) | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0% | 100% |
| 8 | 2.36 | 9.30 | 9.30 | 1% | 99% |
| 10 | 2 | 81.20 | 90.50 | 9% | 91% |
| 16 | 1.18 | 20.60 | 111.10 | 11% | 89% |
| 30 | 0.6 | 94.60 | 205.70 | 21% | 79% |
| 40 | 0.425 | 51.30 | 257.00 | 26% | 74% |
| 50 | 0.3 | 140.60 | 397.60 | 40% | 60% |
| 60 | 0.25 | 70.80 | 468.40 | 47% | 53% |
| 100 | 0.15 | 145.60 | 614.00 | 61% | 39% |
| 200 | 0.075 | 210.60 | 824.60 | 82% | 18% |
| FUENTE | | 175.30 | 999.90 | 100% | 0% |
| RESULTADO | | | | | |
| | | Cu= | 2.17 | | |
| D10= | 0.06 | | | | |
| D30= | 0.12 | Cc= | 1.85 | | |
| D60= | 0.13 | | | | |
| CLASIFICACIÓN | | TIPO DE SUELO | | | |
| GRAVA | 0% | CLASIFICACIÓN DE GRUPO | | TIPO DE MATERIAL | |
| ARENA | 82% | SM | | ARENA LIMOSA | |
| FINOS | 18% | | | BAJA PLASTICIDAD | |
|  | | | | | |

Tabla 159.- Límites de Atterberg-Calicata 4.

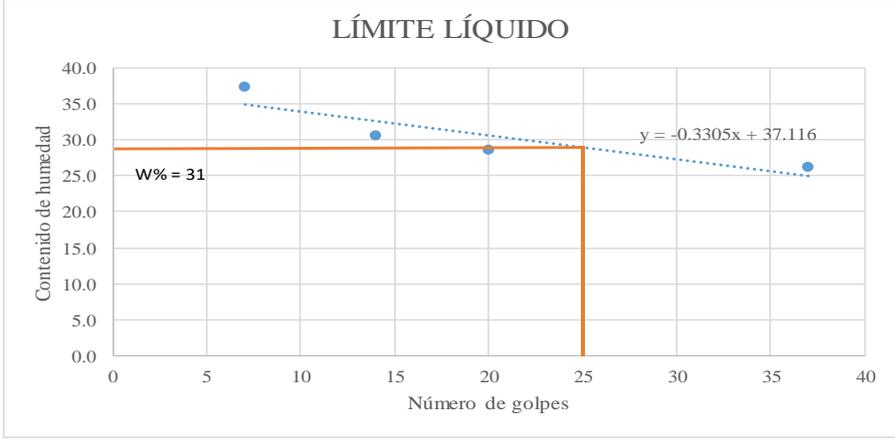
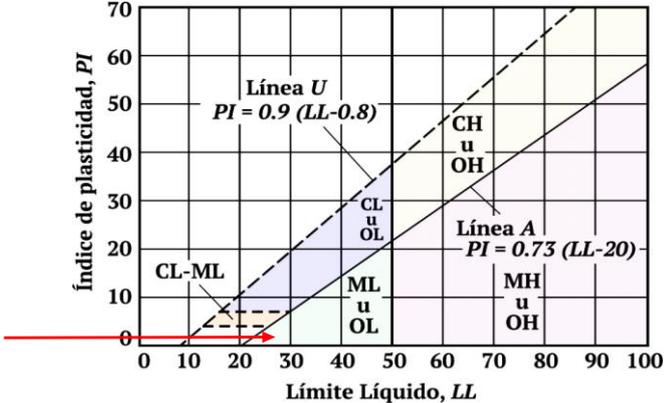
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  FICM | | | | | | |
|--|------------|--|-------------------|--------------------|------------|-------|-------|------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGULI | | FECHA: | 10/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 4 | X: | 762517.772 | | | |
| ABCISA: | K1+800 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: | 9844097.42 | | | |
| Límite Líquido | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 14.4 | 13.8 | 13.5 | 11 | 13.7 | 22.5 | 11.2 | 10.8 |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 11.6 | 11.16 | 11.36 | 9.35 | 11.56 | 19.12 | 9.75 | 9.45 |
| Preso del recipiente (gr) | 4.1 | 4.1 | 4.3 | 4.0 | 4.0 | 7.4 | 4.2 | 4.3 |
| Peso del agua Ww (gr) | 2.8 | 2.64 | 2.14 | 1.65 | 2.14 | 3.38 | 1.45 | 1.35 |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 7.5 | 7.06 | 7.06 | 5.35 | 7.56 | 11.72 | 5.55 | 5.15 |
| Contenido de humedad (W%) | 37.3 | 37.4 | 30.3 | 30.8 | 28.3 | 28.8 | 26.1 | 26.2 |
| Contenido de humedad promedio | 37.364 | | 30.58 | | 28.57 | | 26.17 | |
| Numero de golpes | 7 | | 14 | | 20 | | 37 | |
|  | | | | | | | | |
| Límite plástico | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 12.48 | 12.2 | 8.8 | 11.53 | 12.67 | | | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 12.01 | 11.95 | 8.34 | 11.15 | 12.12 | | | |
| Preso del recipiente (gr) | 10.36 | 10.65 | 6.59 | 9.58 | 10.28 | | | |
| Peso del agua Ww (gr) | 0.47 | 0.28 | 0.45 | 0.38 | 0.55 | | | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 1.65 | 1.3 | 1.75 | 1.57 | 1.84 | | | |
| Contenido de humedad (W%) | 28.5 | 21.5 | 25.7 | 24.2 | 29.9 | | | |
| Límite Plástico | | | | | | 25.97 | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Limite Líquido | | | | | | 28.85 | | |
| Limite Plástico | | | | | | 25.97 | | |
| Índice de Plasticidad | | | | | | 2.89 | | |
|  | | | | | | | | |

Tabla 162.-Proctor Modificado Tipo B-Calicata 4.

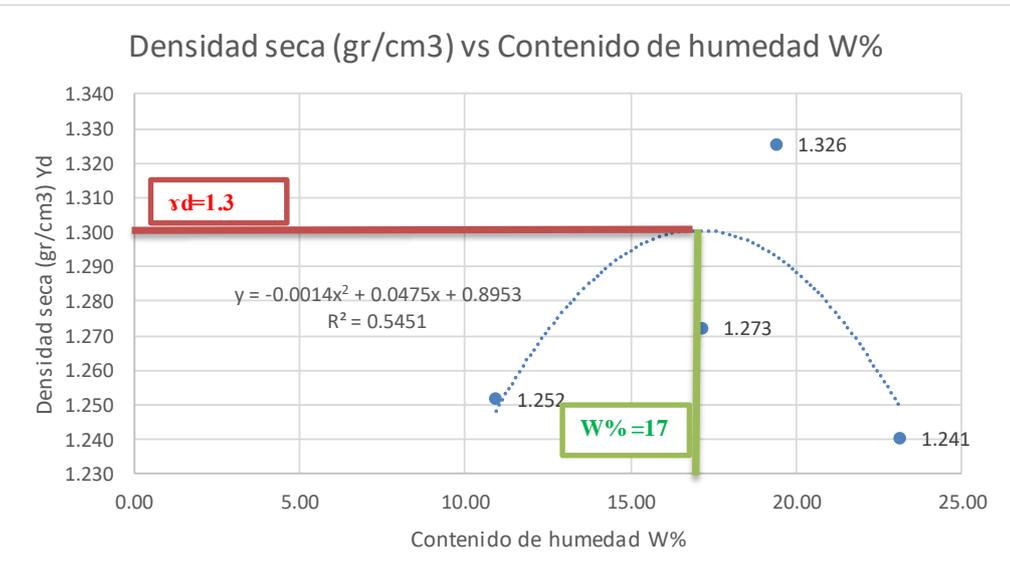
|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | | |
|---|--------------------|--|-------------------|---|------------------|-------|-------|-------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: | 11/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 4 | X: | 762517.77 | | | |
| ABSCISA: | K1+800 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: | 9844097.4 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| Número de golpes: | Número de capas: | Peso del martillo: | | | | | | |
| 56 | 5 | 18' 15ft | | | | | | |
| Altura de caída: | Peso el molde (gr) | Volumen del molde (cc): | | | | | | |
| 18' o 1.5ft | 17134 | 2220.580 | | | | | | |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
| Ensayo número | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad inicial añadida en % | 3 | 6 | 9 | 12 | | | | |
| Humedad inicial añadida en (cc) | 180 | 360 | 540 | 720 | | | | |
| Peso del molde + suelo húmedo (gr) | 20435 | 20678 | 20897 | 20765 | | | | |
| Peso suelo húmedo Wm (gr) | 3301 | 3544 | 3763 | 3631 | | | | |
| Densidad húmeda Ym (gr/cm ³) | 1.389 | 1.491 | 1.583 | 1.527 | | | | |
| OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| # Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Húmedo + recipiente (Wh+W _r) | 140.5 | 128.4 | 131.5 | 129.5 | 145.23 | 135.1 | 141.5 | 139.2 |
| Peso M. seca + recipiente (Ws+W _r) | 129.8 | 117.5 | 116.2 | 114.2 | 126.1 | 118.6 | 121.2 | 118.6 |
| Peso del recipiente (W _r) | 24.5 | 24.3 | 26.1 | 25.9 | 30.2 | 31.1 | 32.8 | 30.2 |
| Peso del agua (W _w) | 10.70 | 10.90 | 15.30 | 15.30 | 19.13 | 16.50 | 20.30 | 20.60 |
| Peso de la muestra seca (W _s) | 105.3 | 93.2 | 90.1 | 88.3 | 95.9 | 87.5 | 88.4 | 88.4 |
| Contenido de humedad (W%) | 10.16 | 11.70 | 16.98 | 17.33 | 19.95 | 18.86 | 22.96 | 23.30 |
| Contenido de humedad (W%) promedio | 10.93 | | 17.15 | | 19.40 | | 23.13 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) (Y _d) | 1.252 | | 1.273 | | 1.326 | | 1.241 | |
|  <p style="text-align: center;">Densidad seca (gr/cm³) vs Contenido de humedad W%</p> <p style="text-align: center;"> $y = -0.0014x^2 + 0.0475x + 0.8953$ $R^2 = 0.5451$ </p> | | | | | | | | |
| Densidad seca máxima (Y_d) = 1.3gr/cm³ | | | | Contenido de humedad óptimo (W%) = 17 % | | | | |

Tabla 165.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 4.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | |
|--|------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | |
| NORMAS: | ASTM D-1883 | | COORDENADAS | | MUESTRA: Calicata 4 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | | X: | 762517.772 | ABSCISA: K1+800 | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | | Y: | 9844097.42 | FECHA: 14/10/2022 | |
| ESPECIFICACIONES CBR | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr) | 6000 | | TIPO | PROCTOR MODIFICADO | | |
| PESO MARTILLO (lb) | 10 | | DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³) | | | |
| ALTURA DE CAIDA | 18" | | CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) | | | |
| MOLDE | A | | B | | C | |
| DIMENSIONES | DIÁMETRO | 15.21 | DIÁMETRO | 15.22 | DIÁMETRO | 15.1 |
| | ALTURA | 12.2 | ALTURA | 12.6 | ALTURA | 12.5 |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
| MOLDE N° | M1 | | M2 | | M3 | |
| N° DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES | 56 | | 27 | | 11 | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | ANTES DE REMOJO | | | | | |
| SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr) | 11045 | | 10304 | | 9772 | |
| PESO MOLDE (gr) | 6831 | | 6950 | | 6810 | |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 4214 | | 3354 | | 2962 | |
| VOLUMEN DE MUESTRA (cm ³) | 2216.71 | | 2292.40 | | 2238.49 | |
| P. UNITARIO HUM. γ_m (gr/cm ³) | 1.90 | | 1.46 | | 1.32 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE |
| RECIPIENTE N° | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| P. HÚMEDO + RECIPIENTE (gr) | 118.2 | 121.4 | 126.6 | 136.7 | 143.7 | 127.5 |
| P. SECO + RECIPIENTE (gr) | 105.5 | 103 | 113.1 | 123.3 | 130.5 | 113.5 |
| PESO RECIPIENTE (gr) | 24.5 | 24.9 | 24.5 | 30.5 | 30 | 24.7 |
| PESO AGUA (gr) | 12.9 | 12.5 | 89 | 89.7 | 15.1 | 13.9 |
| PESO SUELO SECO (gr) | 81 | 78.1 | 88.6 | 92.8 | 100.5 | 88.8 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 15.68 | 23.56 | 15.24 | 14.44 | 13.13 | 15.77 |
| CONT. DE HUMEDAD PORM. (%) | 19.62 | | 14.84 | | 14.45 | |
| PESO UNITARIO SECO γ_d (gr/cm³) | 1.589 | | 1.274 | | 1.156 | |

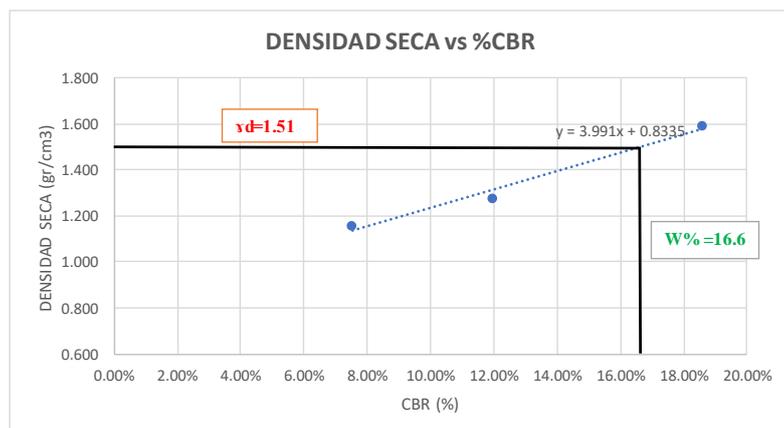
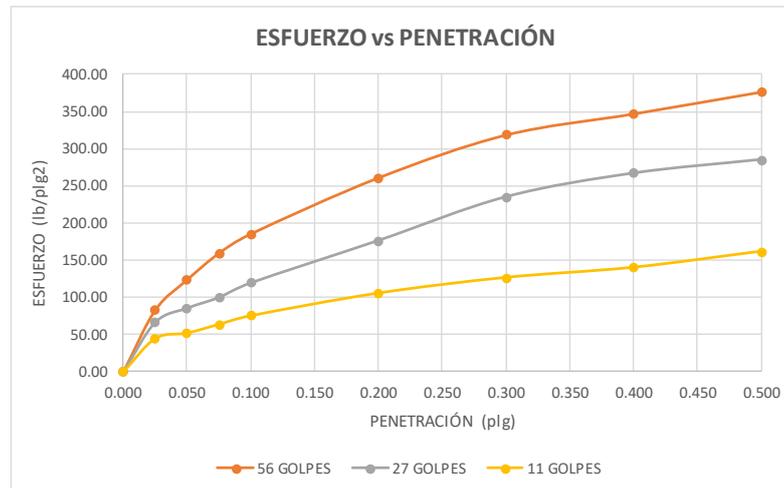


PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCSISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

| | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | MUESTRA: | Calicata 4 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 761656.125 | ABSCISA: | K1+800 |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9843380.574 | FECHA: | 17//10/2022 |

ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS) | ÁREA DEL PISTÓN | 3 | VEL. DE CARGA: 1.27 mm/min | | MUESTRA: SUBRASANTE | |
| Nº MOLDE | 56 | | 27 | | 11 | |
| PENETRACIÓN (plg) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.025 | 249.40 | 83.13 | 199.50 | 66.50 | 134.30 | 44.77 |
| 0.050 | 371.50 | 123.83 | 256.50 | 85.50 | 156.10 | 52.03 |
| 0.075 | 479.20 | 159.73 | 300.10 | 100.03 | 191.30 | 63.77 |
| 0.100 | 557.00 | 185.67 | 358.70 | 119.57 | 226.00 | 75.33 |
| 0.200 | 783.30 | 261.10 | 529.70 | 176.57 | 317.10 | 105.70 |
| 0.300 | 956.20 | 318.73 | 705.80 | 235.27 | 380.10 | 126.70 |
| 0.400 | 1041.50 | 347.17 | 801.40 | 267.13 | 421.00 | 140.33 |
| 0.500 | 1129.60 | 376.53 | 856.20 | 285.40 | 485.40 | 161.80 |
| Nº MOLDE | PRESIÓN (lb/plg ²) | | CBR 0.1 (plg) | | DENSIDAD SECA | |
| A | 185.67 | | 18.57% | | 1.589 | |
| B | 119.57 | | 11.96% | | 1.274 | |
| C | 75.33 | | 7.53% | | 1.156 | |
| DENSIDAD SECA MÁX. | 1.589 | | | | | |
| 95% | 1.51 | | | | | |
| % CBR 0.1 (plg.) | 16.60% | | | | | |



| CALICATA #5 | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | | ENSAYOS |
| ABSCISA | K2+300 | CONTENIDO DE HUMEDAD |
| COORD. NORTE | 9844436,497 | ANÁLISI GRANULOMÉTRICO |
| COORD. ESTE | 762876,670 | LÍMITES DE ATTERBERG |
| PROFUNDIDAD | 1.00M | PROCTOR MODIFICADO TIPO B |
| | | COMPACTACIÓN CBR |

Tabla 166.- Análisis Granulométrico-Calicata 5.

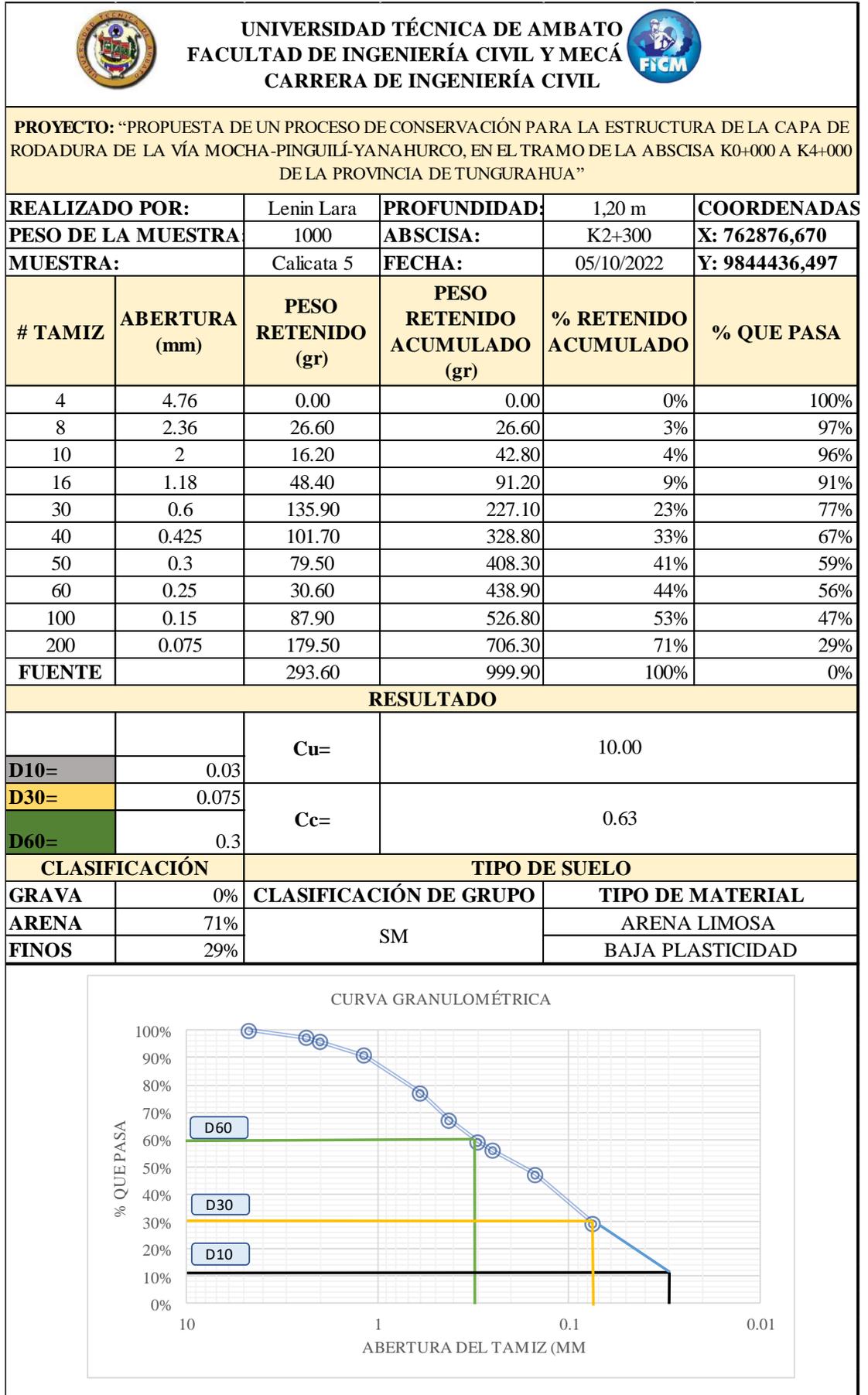


Tabla 169.- Límites de Atterberg-Calicata 5.

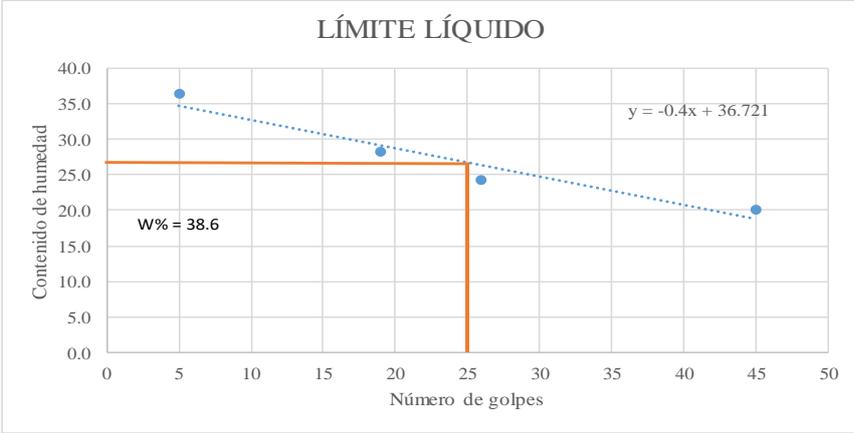
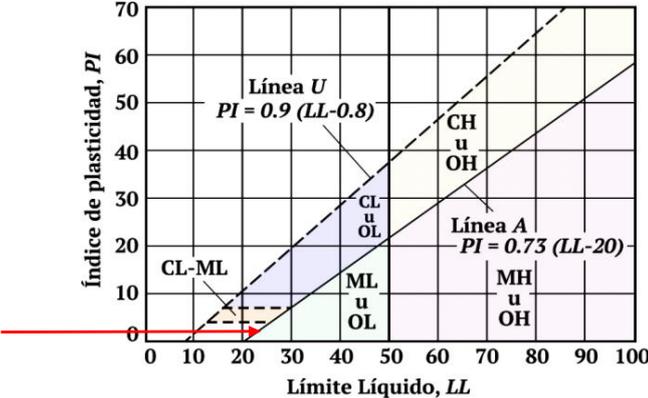
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|--|--------|---|---------------|-----------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------|
|   | | | | | | | | |
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | | FECHA: | | 10/10/2022 | COORDENADAS | | |
| REALIZADO POR: | | Lenin Lara | MUESTRA: | | Calicata 5 | X: | 762876.67 | |
| ABSCISA: | | K2+300 | REVISADO POR: | | Ing. Milton Aldás | Y: | 9844436.497 | |
| Límite Líquido | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 42.36 | 53.45 | 48.26 | 42.35 | 46.37 | 50.54 | 39.45 | 51.47 |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 38.65 | 47.39 | 44.12 | 39.7 | 42.8 | 46.09 | 37.1 | 46.45 |
| Preso del recipiente (gr) | 28.54 | 30.54 | 29.5 | 30.25 | 28.16 | 27.65 | 25.36 | 21.68 |
| Peso del agua Ww (gr) | 3.71 | 6.06 | 4.14 | 2.65 | 3.57 | 4.45 | 2.35 | 5.02 |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 10.11 | 16.85 | 14.65 | 9.45 | 14.64 | 18.44 | 11.74 | 24.77 |
| Contenido de humedad (W%) | 36.7 | 36.0 | 28.3 | 28.0 | 24.4 | 24.1 | 20.0 | 20.3 |
| Contenido de humedad promedio | 36.330 | | 28.15 | | 24.26 | | 20.14 | |
| Numero de golpes | 5 | | 19 | | 26 | | 45 | |
|  | | | | | | | | |
| Límite plástico | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 12.6 | 12.1 | 13.2 | 14.5 | 13.5 | | | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 12.17 | 11.79 | 12.85 | 14.1 | 12.98 | | | |
| Preso del recipiente (gr) | 10.05 | 10.25 | 11.51 | 12.57 | 10.54 | | | |
| Peso del agua Ww (gr) | 0.43 | 0.31 | 0.35 | 0.4 | 0.52 | | | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 2.12 | 1.54 | 1.34 | 1.53 | 2.44 | | | |
| Contenido de humedad (W%) | 20.3 | 20.1 | 26.1 | 26.1 | 21.3 | | | |
| Límite Plástico | | | | | | 22.80 | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Limite Líquido | | | | | 26.72 | | | |
| Limite Plástico | | | | | 22.80 | | | |
| Índice de Plasticidad | | | | | 3.92 | | | |
|  | | | | | | | | |

Tabla 172.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 5.

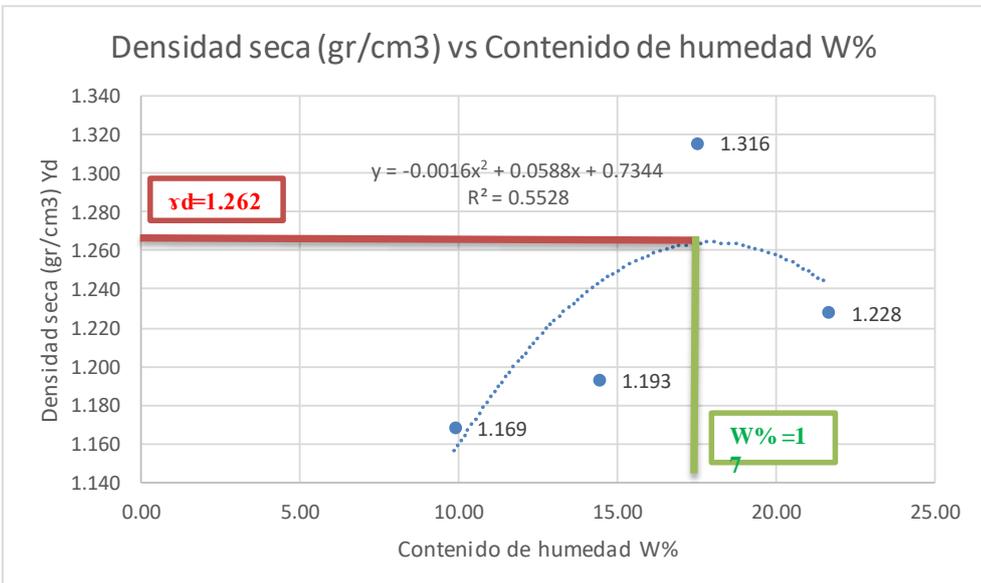
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | |
|--|------------|----------------------|-------------------|---|------------------|--------|-------|-------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: | 11/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 5 | X: | 762876.67 | | | |
| ABSCISA: | K2+300 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: | 9844436.5 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| Número de golpes: | | Número de capas: | | Peso del martillo: | | | | |
| 56 | | 5 | | 18´ 15ft | | | | |
| Altura de caída: | | Peso el molde (gr) | | Volumen del molde (cc): | | | | |
| 18´ o 1.5ft | | 13652 | | 2271.960 | | | | |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
| Ensayo número | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad inicial añadida en % | 3 | 6 | 9 | 12 | | | | |
| Humedad inicial añadida en (cc) | 180 | 360 | 540 | 720 | | | | |
| Peso del molde + suelo húmedo (gr) | 16611 | 16799 | 17216 | 17095 | | | | |
| Peso suelo húmedo Wm (gr) | 2959 | 3147 | 3564 | 3443 | | | | |
| Densidad húmeda Ym (gr/cm3) | 1.284 | 1.366 | 1.547 | 1.494 | | | | |
| OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| # Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Húmedo + recipiente (Wh+W _r) | 137.3 | 145.1 | 120.6 | 149.1 | 126.3 | 119.4 | 162.4 | 150.2 |
| Peso M. seca + recipiente (Ws+W _r) | 128.5 | 134.2 | 108.7 | 134.1 | 112.2 | 106.03 | 139.9 | 128.1 |
| Peso del recipiente (W _r) | 32.5 | 31.23 | 25.4 | 31.2 | 30.78 | 30.67 | 31.2 | 30.49 |
| Peso del agua (W _w) | 8.80 | 10.90 | 11.90 | 15.00 | 14.10 | 13.37 | 22.50 | 22.10 |
| Peso de la muestra seca (W _s) | 96 | 102.97 | 83.3 | 102.9 | 81.42 | 75.36 | 108.7 | 97.61 |
| Contenido de humedad (W%) | 9.17 | 10.59 | 14.29 | 14.58 | 17.32 | 17.74 | 20.70 | 22.64 |
| Contenido de humedad (W%) promedio | 9.88 | | 14.43 | | 17.53 | | 21.67 | |
| Densidad seca (gr/cm3) (Y _d) | 1.169 | | 1.193 | | 1.316 | | 1.228 | |
|  | | | | | | | | |
| Densidad seca máxima (Y_d) = 1.261 gr/cm3 | | | | Contenido de humedad óptimo (W%) = 17% | | | | |

Tabla 175.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 5.

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |  | |
|--|------------------------|--|--------------------|---------------------|----------------|---|--|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISIA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | |
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | | MUESTRA: Calicata 5 | | | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 762876.67 | ABSCISA: K2+300 | | | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9844436.497 | FECHA:18/10/2022 | | | |
| ESPECIFICACIONES CBR | | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr) | 6000 | TIPO | PROCTOR MODIFICADO | | | | |
| PESO MARTILLO (lb) | 10 | DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³) | | | | | |
| ALTURA DE CAIDA | 18" | CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) | | | | | |
| MOLDE | A | | B | | C | | |
| DIMENSIONES | DIÁMETRO | 15.2 | DIÁMETRO | 15.22 | DIÁMETRO | 15.23 | |
| | ALTURA | 12.1 | ALTURA | 12.7 | ALTURA | 12.6 | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | | |
| MOLDE N° | M1 | M2 | M3 | | | | |
| N° DE CAPAS | 5 | 5 | 5 | | | | |
| N° DE GOLPES | 56 | 27 | 11 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | ANTES DE REMOJO | | | | | | |
| SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr) | 11806 | 9836 | 9674 | | | | |
| PESO MOLDE (gr) | 8540 | 6810 | 6710 | | | | |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 3266 | 3026 | 2964 | | | | |
| VOLUMEN DE MUESTRA (cm ³) | 2195.65 | 2310.60 | 2295.42 | | | | |
| P. UNITARIO HUM. γ_m (gr/cm ³) | 1.49 | 1.31 | 1.29 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | |
| RECIPIENTE N° | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | |
| P. HÚMEDO + RECIPIENTE (gr) | 125.7 | 123.6 | 107.3 | 104.2 | 121.3 | 134.2 | |
| P. SECO + RECIPIENTE (gr) | 115.3 | 113.6 | 102.2 | 97.2 | 114 | 125.1 | |
| PESO RECIPIENTE (gr) | 31 | 30.8 | 30.5 | 30.0 | 30.5 | 24.7 | |
| PESO AGUA (gr) | 12.4 | 10.8 | 6.9 | 7.6 | 8 | 10.7 | |
| PESO SUELO SECO (gr) | 84.3 | 82.8 | 71.7 | 67.2 | 83.5 | 100.4 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12.34 | 12.08 | 7.11 | 10.42 | 8.74 | 9.06 | |
| CONT. DE HUMEDAD PORM. (%) | 12.21 | | 8.76 | | 8.90 | | |
| PESO UNITARIO SECO γ_d (gr/cm³) | 1.326 | | 1.204 | | 1.186 | | |



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

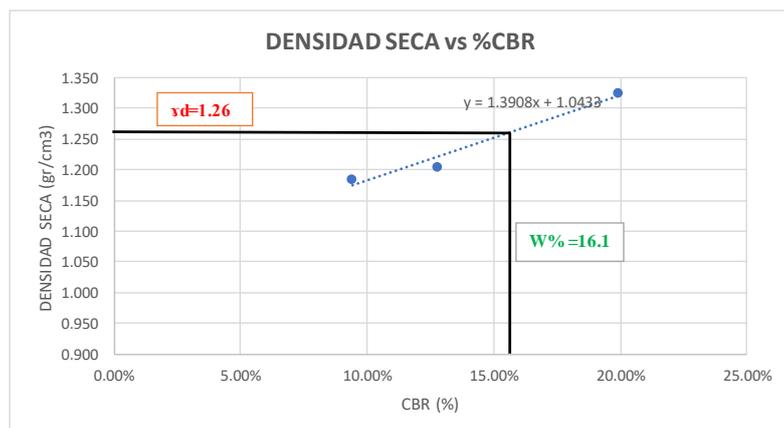
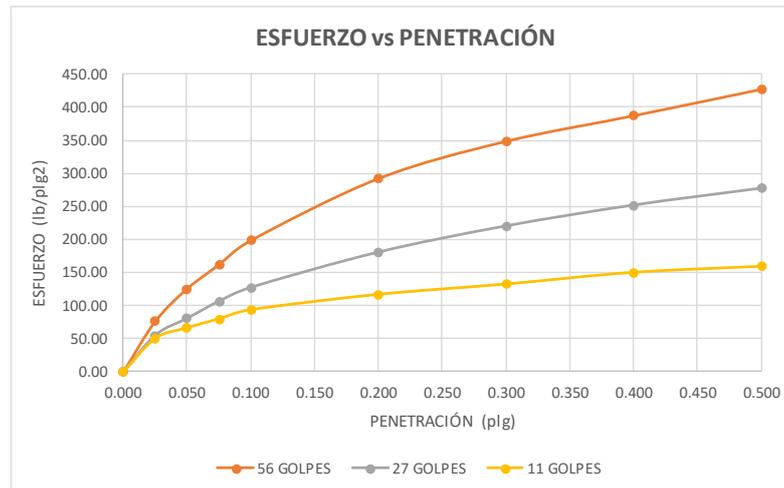


PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

| | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | MUESTRA: | Calicata 5 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 762876.67 | ABSCISA: | K2+300 |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9844436.497 | FECHA: | 21/10/2022 |

ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS) | ÁREA DEL PISTÓN | 3 | VEL. DE CARGA: 1.27 mm/min | MUESTRA: SUBRASANTE | | |
| N° MOLDE | 56 | 27 | 11 | | | |
| PENETRACIÓN (plg) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.025 | 229.40 | 76.47 | 166.80 | 55.60 | 152.00 | 50.67 |
| 0.050 | 377.30 | 125.77 | 243.60 | 81.20 | 200.50 | 66.83 |
| 0.075 | 487.10 | 162.37 | 321.40 | 107.13 | 240.70 | 80.23 |
| 0.100 | 597.20 | 199.07 | 383.80 | 127.93 | 282.20 | 94.07 |
| 0.200 | 878.40 | 292.80 | 544.20 | 181.40 | 351.60 | 117.20 |
| 0.300 | 1047.50 | 349.17 | 663.00 | 221.00 | 398.40 | 132.80 |
| 0.400 | 1163.80 | 387.93 | 757.70 | 252.57 | 451.40 | 150.47 |
| 0.500 | 1283.70 | 427.90 | 834.40 | 278.13 | 478.80 | 159.60 |
| N° MOLDE | PRESIÓN (lb/plg ²) | | CBR 0.1 (plg) | | DENSIDAD SECA | |
| A | 199.07 | | 19.91% | | 1.326 | |
| B | 127.93 | | 12.79% | | 1.204 | |
| C | 94.07 | | 9.41% | | 1.186 | |
| DENSIDAD SECA MÁX. | 1.326 | | | | | |
| 95% | 1.26 | | | | | |
| % CBR 0.1 (plg.) | 16.10% | | | | | |



| CALICATA #6 | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | | ENSAYOS |
| ABSCISA | K2+600 | CONTENIDO DE HUMEDAD |
| COORD. NORTE | 9844660,115 | ANÁLISI GRANULOMÉTRICO |
| COORD. ESTE | 763079,288 | LÍMITES DE ATTERBERG |
| PROFUNDIDAD | 1.00M | PROCTOR MODIFICADO TIPO B |
| | | COMPACTACIÓN CBR |

Tabla 176.- Análisis Granulométrico-Calicata 6.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | |
|---|---------------|---|------------------------------|-----------------------|------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | PROFUNDIDAD: | 1,20 m | COORDENADAS | |
| PESO DE LA MUESTRA: | 1000 | ABSCISA: | K2+600 | X: 763079,288 | |
| MUESTRA: | Calicata 6 | FECHA: | 06/10/2022 | Y: 9844660,115 | |
| # TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO RETENIDO ACUMULADO (gr) | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0% | 100% |
| 8 | 2.36 | 150.34 | 150.34 | 15% | 85% |
| 10 | 2 | 64.20 | 214.54 | 21% | 79% |
| 16 | 1.18 | 72.30 | 286.84 | 29% | 71% |
| 30 | 0.6 | 105.60 | 392.44 | 39% | 61% |
| 40 | 0.425 | 75.10 | 467.54 | 47% | 53% |
| 50 | 0.3 | 105.30 | 572.84 | 57% | 43% |
| 60 | 0.25 | 21.10 | 593.94 | 59% | 41% |
| 100 | 0.15 | 120.60 | 714.54 | 71% | 29% |
| 200 | 0.075 | 110.20 | 824.74 | 82% | 18% |
| FUENTE | | 175.20 | 999.94 | 100% | 0% |
| RESULTADO | | | | | |
| | | Cu= | 15.25 | | |
| D10= | 0.04 | | | | |
| D30= | 0.16 | Cc= | 1.05 | | |
| D60= | 0.61 | | | | |
| CLASIFICACIÓN | TIPO DE SUELO | | | | |
| GRAVA | 0% | CLASIFICACIÓN DE GRUPO | TIPO DE MATERIAL | | |
| ARENA | 82% | SM | ARENA LIMOSA | | |
| FINOS | 18% | | BAJA PLASTICIDAD | | |
| | | | | | |

Tabla 179.- Límites de Atterberg-Calicata 6.

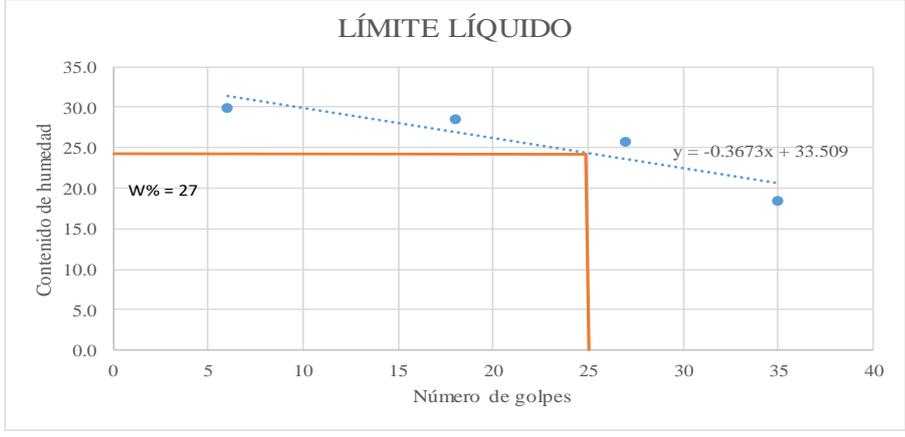
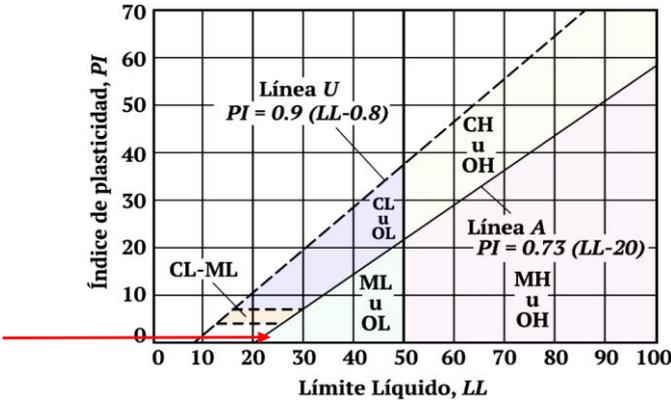
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | | |
|--|--------|------------|---------------|----------------------|------------|-------------------|--------------------|-----------|-------------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | | FECHA: | | 11/10/2022 | | COORDENADAS | | |
| REALIZADO POR: | | Lenin Lara | | MUESTRA: | | Calicata 6 | | X: | 763079.288 |
| ABSCISA: | | K2+600 | | REVISADO POR: | | Ing. Milton Aldás | | Y: | 9844660.12 |
| Límite Líquido | | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 18.91 | 20.21 | 19.45 | 21.65 | 20.12 | 21.56 | 19.56 | 22.34 | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 17.09 | 18.15 | 17.45 | 19.35 | 18.4 | 19.44 | 18.2 | 20.65 | |
| Preso del recipiente (gr) | 10.98 | 11.25 | 10.45 | 11.23 | 11.69 | 11.2 | 10.97 | 11.36 | |
| Peso del agua Ww (gr) | 1.82 | 2.06 | 2 | 2.3 | 1.72 | 2.12 | 1.36 | 1.69 | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 6.11 | 6.9 | 7 | 8.12 | 6.71 | 8.24 | 7.23 | 9.29 | |
| Contenido de humedad (W%) | 29.8 | 29.9 | 28.6 | 28.3 | 25.6 | 25.7 | 18.8 | 18.2 | |
| Contenido de humedad promedio | 29.821 | | 28.45 | | 25.68 | | 18.50 | | |
| Numero de golpes | 6 | | 18 | | 27 | | 35 | | |
|  | | | | | | | | | |
| Límite plástico | | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 12.65 | 12.2 | 12.7 | 12.87 | 11.85 | | | | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 12.3 | 11.85 | 12.38 | 12.5 | 11.56 | | | | |
| Preso del recipiente (gr) | 10.74 | 10.45 | 10.85 | 10.74 | 10.36 | | | | |
| Peso del agua Ww (gr) | 0.35 | 0.36 | 0.3 | 0.37 | 0.29 | | | | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 1.56 | 1.4 | 1.53 | 1.76 | 1.2 | | | | |
| Contenido de humedad (W%) | 22.4 | 25.7 | 19.6 | 21.0 | 24.2 | | | | |
| Límite Plástico | | | | | | 22.59 | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | |
| Limite Líquido | | | | | 24.33 | | | | |
| Limite Plástico | | | | | 22.59 | | | | |
| Índice de Plasticidad | | | | | 1.74 | | | | |
|  | | | | | | | | | |

Tabla 182.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 6.

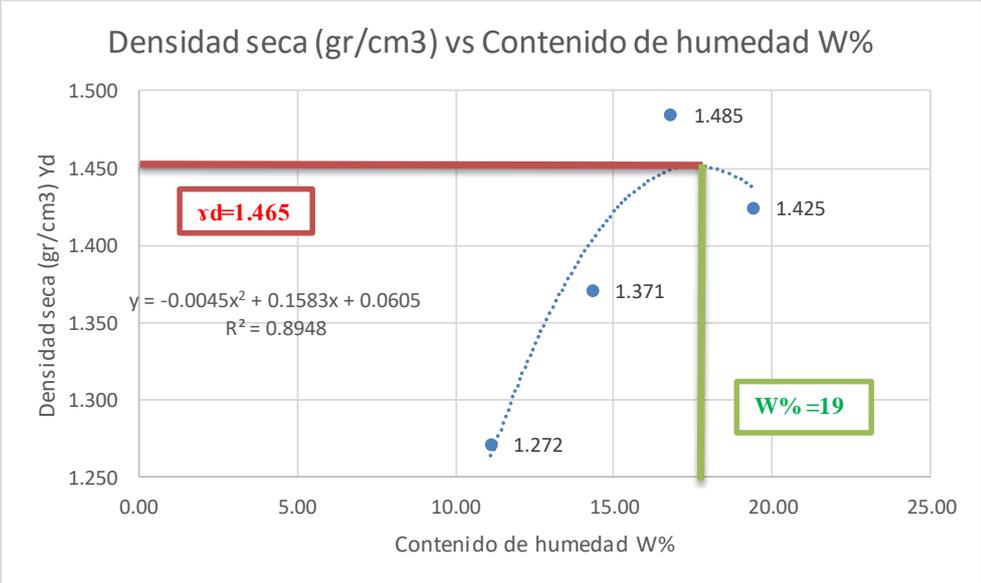
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | |
|--|--------------------|----------------------|-------------------------|--|--------------------|-------|--------|-------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: | 12/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 6 | X: | 763079.288 | | | |
| ABCISA: | K2+600 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: | 9844660.115 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| Número de golpes: | Número de capas: | | Peso del martillo: | | | | | |
| 56 | 5 | | 18' 15ft | | | | | |
| Altura de caída: | Peso el molde (gr) | | Volumen del molde (cc): | | | | | |
| 18' o 1.5ft | 13912 | | 2340.810 | | | | | |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
| Ensayo número | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad inicial añadida en % | 3 | 6 | 9 | 12 | | | | |
| Humedad inicial añadida en (cc) | 180 | 360 | 540 | 720 | | | | |
| Peso del molde + suelo húmedo (gr) | 17221 | 17321 | 17712 | 17634 | | | | |
| Peso suelo húmedo Wm (gr) | 3309 | 3669 | 4060 | 3982 | | | | |
| Densidad húmeda Ym (gr/cm3) | 1.414 | 1.567 | 1.734 | 1.701 | | | | |
| OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| # Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr) | 187.6 | 164.8 | 147.5 | 136.5 | 135.7 | 129.6 | 151.1 | 141.2 |
| Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr) | 172.5 | 151.3 | 133.2 | 123.5 | 121.5 | 115.2 | 132.1 | 123.1 |
| Peso del recipiente (Wr) | 32.64 | 33.22 | 32.2 | 33.66 | 32.74 | 33.43 | 30.81 | 32.63 |
| Peso del agua (Ww) | 15.10 | 13.50 | 14.30 | 13.00 | 14.20 | 14.40 | 19.00 | 18.10 |
| Peso de la muestra seca (Ws) | 139.86 | 118.08 | 101 | 89.84 | 88.76 | 81.77 | 101.29 | 90.47 |
| Contenido de humedad (W%) | 10.80 | 11.43 | 14.16 | 14.47 | 16.00 | 17.61 | 18.76 | 20.01 |
| Contenido de humedad (W%) promedio | 11.11 | | 14.31 | | 16.80 | | 19.38 | |
| Densidad seca (gr/cm3) (Yd) | 1.272 | | 1.371 | | 1.485 | | 1.425 | |
|  | | | | | | | | |
| Densidad seca máxima (Yd) = 1.465 gr/cm3 | | | | Contenido de humedad óptimo (W%) = 19 % | | | | |

Tabla 185.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 6.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | |
|--|------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCSISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | |
| NORMAS: | ASTM D-1883 | | COORDENADAS | | MUESTRA: Calicata 6 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | | X: | 763079.288 | ABSCISA: K2+600 | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | | Y: | 9844660.115 | FECHA: 19/10/2022 | |
| ESPECIFICACIONES CBR | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr) | 6000 | | TIPO | PROCTOR MODIFICADO | | |
| PESO MARTILLO (lb) | 10 | | DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³) | | | |
| ALTURA DE CAIDA | 18" | | CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) | | | |
| MOLDE | A | | B | | C | |
| DIMENSIONES | DIÁMETRO | 15.26 | DIÁMETRO | 15.2 | DIÁMETRO | 15.15 |
| | ALTURA | 12.5 | ALTURA | 12.7 | ALTURA | 12.6 |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
| MOLDE N° | M1 | | M2 | | M3 | |
| N° DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES | 56 | | 27 | | 11 | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | ANTES DE REMOJO | | | | | |
| SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr) | 12728 | | 12382 | | 12128 | |
| PESO MOLDE (gr) | 8365 | | 8600 | | 9601 | |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 4363 | | 3782 | | 2527 | |
| VOLUMEN DE MUESTRA (cm ³) | 2286.18 | | 2304.53 | | 2271.36 | |
| P. UNITARIO HUM. γ_m (gr/cm ³) | 1.91 | | 1.64 | | 1.11 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE |
| RECIPIENTE N° | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| P. HÚMEDO + RECIPIENTE (gr) | 105.8 | 136.1 | 117.8 | 141.6 | 124.9 | 134.5 |
| P. SECO + RECIPIENTE (gr) | 95.2 | 120.5 | 105.9 | 123.3 | 117.2 | 129.4 |
| PESO RECIPIENTE (gr) | 30.3 | 32.1 | 30.5 | 30.0 | 30.6 | 30.8 |
| PESO AGUA (gr) | 12.8 | 17.7 | 14.9 | 10.3 | 17.8 | 19.8 |
| PESO SUELO SECO (gr) | 64.9 | 88.4 | 75.4 | 93.3 | 86.6 | 98.6 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 16.33 | 17.65 | 15.78 | 19.61 | 8.89 | 5.17 |
| CONT. DE HUMEDAD PORM. (%) | 16.99 | | 17.70 | | 7.03 | |
| PESO UNITARIO SECO γ_d (gr/cm³) | 1.631 | | 1.394 | | 1.039 | |

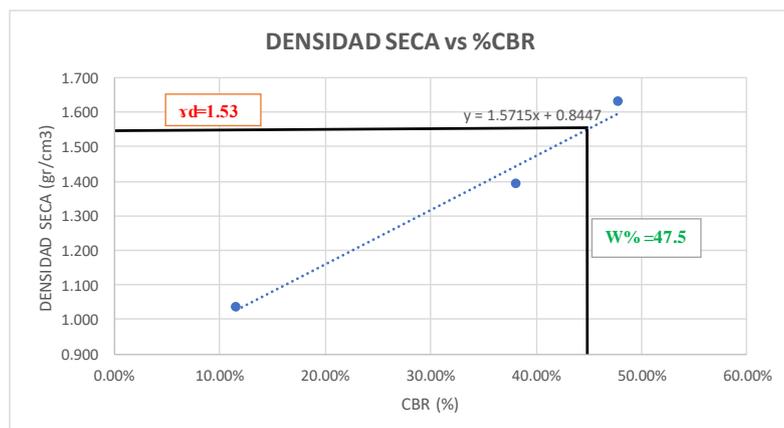
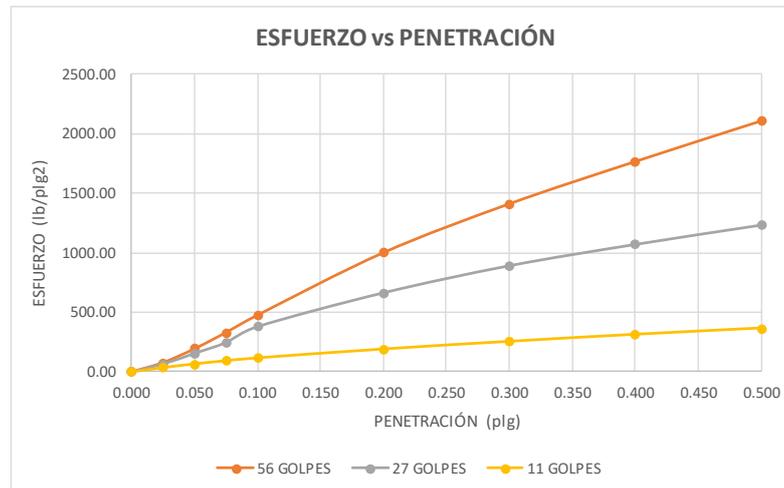


PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

| | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | MUESTRA: | Calicata 6 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 763079.288 | ABSCISA: | K2+600 |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9844660.115 | FECHA: | 21/10/2022 |

ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS) | ÁREA DEL PISTÓN | 3 | VEL. DE CARGA: 1.27 mm/min | | MUESTRA: SUBRASANTE | |
| Nº MOLDE | 56 | | 27 | | 11 | |
| PENETRACIÓN (plg) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.025 | 235.70 | 78.57 | 198.30 | 66.10 | 105.40 | 35.13 |
| 0.050 | 584.30 | 194.77 | 466.70 | 155.57 | 196.70 | 65.57 |
| 0.075 | 995.90 | 331.97 | 741.40 | 247.13 | 276.70 | 92.23 |
| 0.100 | 1433.30 | 477.77 | 1142.60 | 380.87 | 346.90 | 115.63 |
| 0.200 | 3010.70 | 1003.57 | 1995.70 | 665.23 | 566.70 | 188.90 |
| 0.300 | 4242.70 | 1414.23 | 2679.50 | 893.17 | 756.70 | 252.23 |
| 0.400 | 5310.80 | 1770.27 | 3217.70 | 1072.57 | 931.70 | 310.57 |
| 0.500 | 6335.60 | 2111.87 | 3705.70 | 1235.23 | 1087.80 | 362.60 |
| Nº MOLDE | PRESIÓN (lb/plg ²) | | CBR 0.1 (plg) | | DENSIDAD SECA | |
| A | 477.77 | | 47.78% | | 1.631 | |
| B | 380.87 | | 38.09% | | 1.394 | |
| C | 115.63 | | 11.56% | | 1.039 | |
| DENSIDAD SECA MÁX. | 1.631 | | | | | |
| 95% | 1.55 | | | | | |
| % CBR 0.1 (plg.) | 47.50% | | | | | |



| CALICATA #7 | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | | ENSAYOS |
| ABSCISA | K3+200 | CONTENIDO DE HUMEDAD |
| COORD. NORTE | 9845089,157 | ANÁLISI GRANULOMÉTRICO |
| COORD. ESTE | 763475,006 | LÍMITES DE ATTERBERG |
| PROFUNDIDAD | 1.00M | PROCTOR MODIFICADO TIPO B |
| | | COMPACTACIÓN CBR |

Tabla 188.- Análisis Granulométrico-Calicata 7.

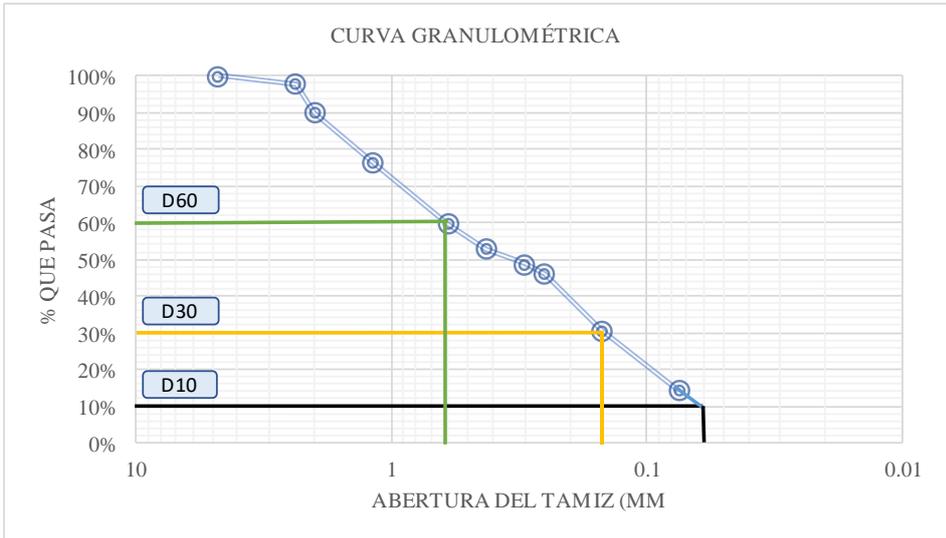
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | |
|---|---------------|---|------------------------------|-----------------------|------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | PROFUNDIDAD: | 1,20 m | COORDENADAS | |
| PESO DE LA MUESTRA | 1000 | ABSCISA: | K3+200 | X: 763475,006 | |
| MUESTRA: | Calicata 7 | FECHA: | 07/10/2022 | Y: 9845089,157 | |
| # TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO RETENIDO ACUMULADO (gr) | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0% | 100% |
| 8 | 2.36 | 20.50 | 20.50 | 2% | 98% |
| 10 | 2 | 79.30 | 99.80 | 10% | 90% |
| 16 | 1.18 | 135.80 | 235.60 | 24% | 76% |
| 30 | 0.6 | 167.50 | 403.10 | 40% | 60% |
| 40 | 0.425 | 68.10 | 471.20 | 47% | 53% |
| 50 | 0.3 | 41.90 | 513.10 | 51% | 49% |
| 60 | 0.25 | 26.80 | 539.90 | 54% | 46% |
| 100 | 0.15 | 153.20 | 693.10 | 69% | 31% |
| 200 | 0.075 | 163.70 | 856.80 | 86% | 14% |
| FUENTE | | 143.10 | 999.90 | 100% | 0% |
| RESULTADO | | | | | |
| | | Cu= | 8.29 | | |
| D10= | 0.07 | | | | |
| D30= | 0.17 | Cc= | 0.712 | | |
| D60= | 0.58 | | | | |
| CLASIFICACIÓN | | TIPO DE SUELO | | | |
| GRAVA | 0% | CLASIFICACIÓN DE GRUPO | TIPO DE MATERIAL | | |
| ARENA | 86% | SM | ARENA LIMOSA | | |
| FINOS | 14% | | BAJA PLASTICIDAD | | |
|  <p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> | | | | | |

Tabla 191.- Límites de Atterberg-Calicata 7.

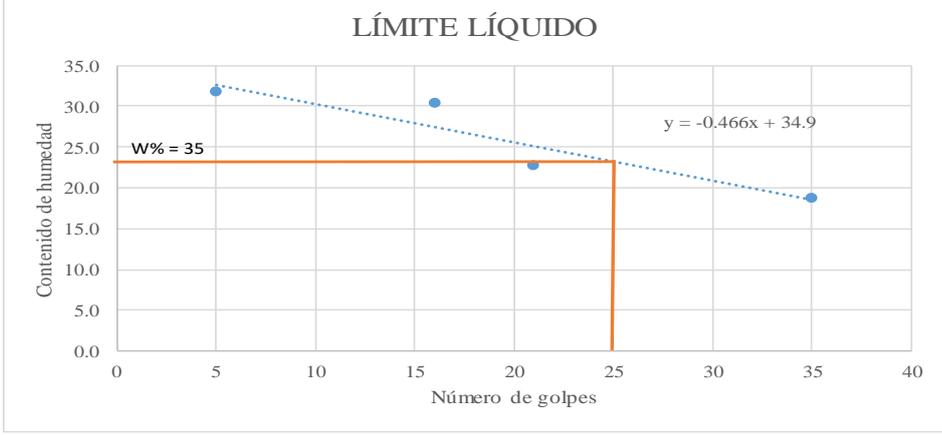
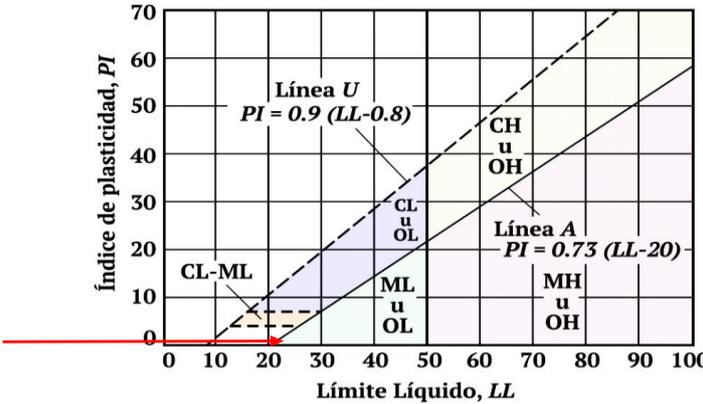
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | | | | |
|--|------------|---|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGULI-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGULI | | FECHA: | 11/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 7 | X: 763475.006 | | | | |
| ABSCISA: | K3+200 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: 9845089.157 | | | | |
| Límite Líquido | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 45.12 | 41.97 | 45.36 | 54.78 | 52.14 | 46.31 | 48.91 | 54.3 |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 40.15 | 36.99 | 39.58 | 48.2 | 48.1 | 42.98 | 44.66 | 49.68 |
| Preso del recipiente (gr) | 24.6 | 21.26 | 20.45 | 26.78 | 30.15 | 28.47 | 21.98 | 24.96 |
| Peso del agua Ww (gr) | 4.97 | 4.98 | 5.78 | 6.58 | 4.04 | 3.33 | 4.25 | 4.64 |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 15.59 | 15.73 | 19.13 | 21.42 | 17.95 | 14.51 | 22.68 | 24.72 |
| Contenido de humedad (W%) | 31.9 | 31.7 | 30.2 | 30.7 | 22.5 | 22.9 | 18.7 | 18.8 |
| Contenido de humedad promedio | 31.769 | | 30.47 | | 22.73 | | 18.75 | |
| Numero de golpes | 5 | | 16 | | 21 | | 35 | |
|  | | | | | | | | |
| Límite plástico | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 10.45 | 8.0 | 8.3 | 8.7 | 7.65 | | | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 10.1 | 7.66 | 7.9 | 8.19 | 7.12 | | | |
| Preso del recipiente (gr) | 8.47 | 5.98 | 6.21 | 6.42 | 5.12 | | | |
| Peso del agua Ww (gr) | 0.35 | 0.29 | 0.35 | 0.49 | 0.53 | | | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 1.63 | 1.68 | 1.69 | 1.77 | 2 | | | |
| Contenido de humedad (W%) | 21.5 | 17.3 | 20.7 | 27.7 | 26.5 | | | |
| Límite Plástico | | | | | | 22.73 | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Limite Líquido | | | | | | 23.25 | | |
| Limite Plástico | | | | | | 22.73 | | |
| Índice de Plasticidad | | | | | | 0.52 | | |
|  | | | | | | | | |

Tabla 194.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 7.

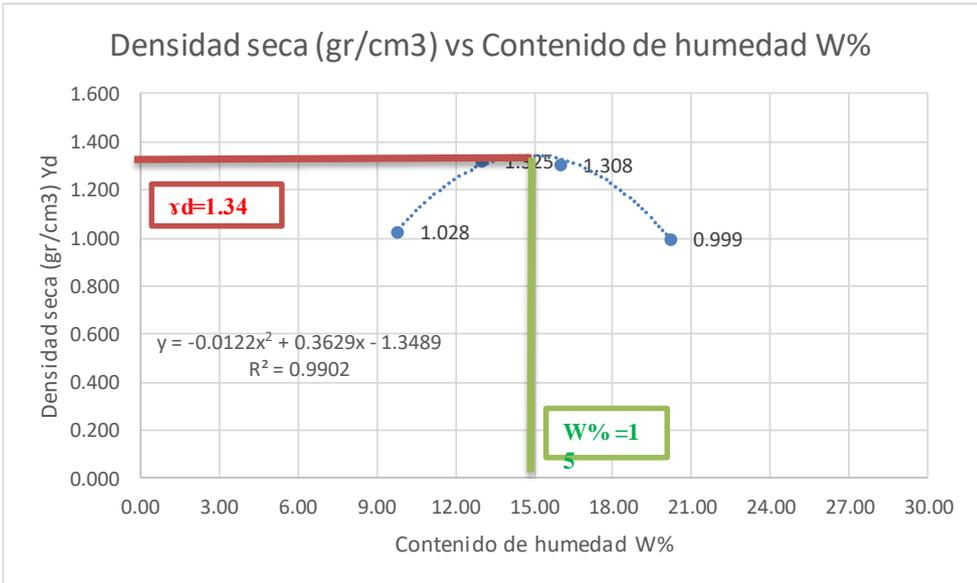
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | | | | |
|---|--------------------|---|--|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: | 12/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 7 | X: 763475.006 | | | | |
| ABSCISA: | K3+200 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: 9845089.16 | | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| Número de golpes: | Número de capas: | Peso del martillo: | | | | | | |
| 56 | 5 | 18' 15ft | | | | | | |
| Altura de caída: | Peso el molde (gr) | Volumen del molde (cc): | | | | | | |
| 18' o 1.5ft | 15363 | 2271.960 | | | | | | |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
| Ensayo número | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad inicial añadida en % | 3 | 6 | 9 | 12 | | | | |
| Humedad inicial añadida en (cc) | 180 | 360 | 540 | 720 | | | | |
| Peso del molde + suelo húmedo (gr) | 16254 | 17102 | 17150 | 16420 | | | | |
| Peso suelo húmedo Wm (gr) | 2602 | 3450 | 3498 | 2768 | | | | |
| Densidad húmeda Ym (gr/cm ³) | 1.129 | 1.497 | 1.518 | 1.201 | | | | |
| OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| # Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr) | 101.8 | 92.6 | 97.5 | 101.9 | 100.5 | 101.4 | 99.8 | 86.7 |
| Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr) | 95.7 | 86.9 | 89.5 | 94.1 | 91.5 | 91.3 | 88.6 | 77.1 |
| Peso del recipiente (Wr) | 30.78 | 31.23 | 26.9 | 35.2 | 31.79 | 31.7 | 31.6 | 30.8 |
| Peso del agua (Ww) | 6.10 | 5.70 | 8.00 | 7.80 | 9.00 | 10.10 | 11.20 | 9.60 |
| Peso de la muestra seca (Ws) | 64.92 | 55.67 | 62.6 | 58.9 | 59.71 | 59.6 | 57 | 46.3 |
| Contenido de humedad (W%) | 9.40 | 10.24 | 12.78 | 13.24 | 15.07 | 16.95 | 19.65 | 20.73 |
| Contenido de humedad (W%) promedio | 9.82 | | 13.01 | | 16.01 | | 20.19 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) (Yd) | 1.028 | | 1.325 | | 1.308 | | 0.999 | |
|  | | | | | | | | |
| Densidad seca máxima (Yd) = 1.34 gr/cm³ | | | Contenido de humedad óptimo (W%) = 15 % | | | | | |

Tabla 197.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 7.

|  | | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |  | |
|---|------------------------|--|--------------------|---------------------|----------------|---|--|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILI-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | |
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | | MUESTRA: Calicata 7 | | | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 763475.006 | ABSCISA: K3+200 | | | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9845089.157 | FECHA: 24/10/2022 | | | |
| ESPECIFICACIONES CBR | | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr) | 6000 | TIPO | PROCTOR MODIFICADO | | | | |
| PESO MARTILLO (lb) | 10 | DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³) | | | | | |
| ALTURA DE CAIDA | 18" | CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) | | | | | |
| MOLDE | A | | B | | C | | |
| DIMENSIONES | DIÁMETRO | 15.16 | DIÁMETRO | 15.12 | DIÁMETRO | 15.2 | |
| | ALTURA | 12.66 | ALTURA | 12.5 | ALTURA | 12.7 | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | | |
| MOLDE N° | M1 | M2 | M3 | | | | |
| N° DE CAPAS | 5 | 5 | 5 | | | | |
| N° DE GOLPES | 56 | 27 | 11 | | | | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | ANTES DE REMOJO | | | | | | |
| SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr) | 13664 | 10687 | 12382 | | | | |
| PESO MOLDE (gr) | 8275 | 6449 | 8275 | | | | |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 5389 | 4238 | 4107 | | | | |
| VOLUMEN DE MUESTRA (cm ³) | 2285.19 | 2244.42 | 2304.53 | | | | |
| P. UNITARIO HUM. \bar{V}_m (gr/cm ³) | 2.36 | 1.89 | 1.78 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | |
| RECIPIENTE N° | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | |
| P. HÚMEDO + RECIPIENTE (gr) | 220.5 | 136.7 | 125 | 119.8 | 141.6 | 189.1 | |
| P. SECO + RECIPIENTE (gr) | 191.1 | 120.3 | 110.4 | 105.7 | 124.3 | 165.3 | |
| PESO RECIPIENTE (gr) | 32 | 31 | 30.5 | 30.6 | 30.5 | 33 | |
| PESO AGUA (gr) | 29.1 | 16.5 | 14.9 | 14 | 18.2 | 25 | |
| PESO SUELO SECO (gr) | 159.1 | 89.3 | 79.9 | 75.1 | 93.8 | 132.3 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 18.48 | 18.37 | 18.27 | 18.77 | 18.44 | 17.99 | |
| CONT. DE HUMEDAD PORM. (%) | 18.42 | | 18.52 | | 18.22 | | |
| PESO UNITARIO SECO \bar{V}_d (gr/cm³) | 1.991 | | 1.593 | | 1.508 | | |

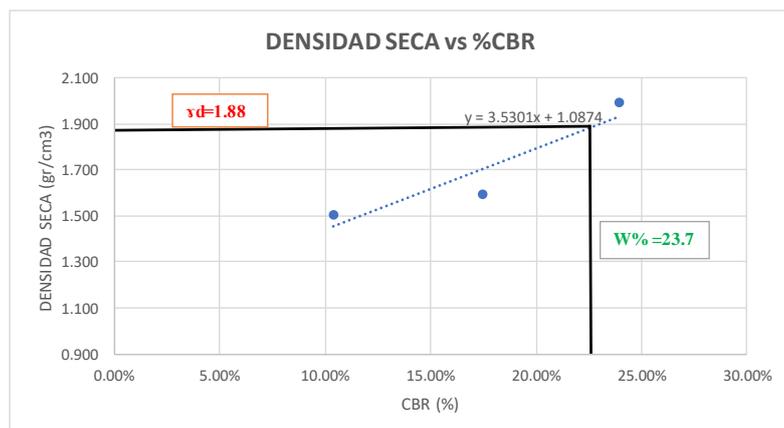
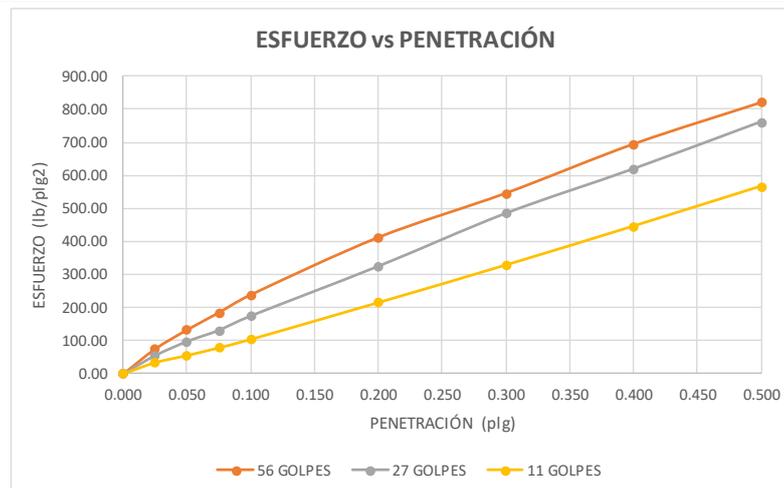


PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

| | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | MUESTRA: | Calicata 7 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 763475.006 | ABSCISA: | K3+200 |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9845089.157 | FECHA: | 27/10/2022 |

ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS) | ÁREA DEL PISTÓN | 3 | VEL. DE CARGA: 1.27 mm/min | | MUESTRA: SUBRASANTE | |
| Nº MOLDE | 56 | | 27 | | 11 | |
| PENETRACIÓN (plg) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (b/plg ²) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.025 | 225.60 | 75.20 | 165.60 | 55.20 | 101.10 | 33.70 |
| 0.050 | 398.90 | 132.97 | 292.90 | 97.63 | 165.80 | 55.27 |
| 0.075 | 555.90 | 185.30 | 395.70 | 131.90 | 235.60 | 78.53 |
| 0.100 | 717.90 | 239.30 | 525.40 | 175.13 | 311.70 | 103.90 |
| 0.200 | 1238.70 | 412.90 | 975.70 | 325.23 | 645.30 | 215.10 |
| 0.300 | 1640.40 | 546.80 | 1455.40 | 485.13 | 985.70 | 328.57 |
| 0.400 | 2085.90 | 695.30 | 1858.70 | 619.57 | 1338.70 | 446.23 |
| 0.500 | 2463.30 | 821.10 | 2285.30 | 761.77 | 1700.20 | 566.73 |
| Nº MOLDE | PRESIÓN (lb/plg ²) | | CBR 0.1 (plg) | | DENSIDAD SECA | |
| A | 239.30 | | 23.93% | | 1.991 | |
| B | 175.13 | | 17.51% | | 1.593 | |
| C | 103.90 | | 10.39% | | 1.508 | |
| DENSIDAD SECA MÁX. | | | 1.991 | | | |
| 95% | | | 1.89 | | | |
| % CBR 0.1 (plg.) | | | 23.70% | | | |



| CALICATA #8 | | |
|--------------------|-------------|------------------------------|
| UBICACIÓN | | ENSAYOS |
| ABSCISA | K3+600 | CONTENIDO DE HUMEDAD |
| COORD. NORTE | 9845391,632 | ANÁLISI GRANULOMÉTRICO |
| COORD. ESTE | 763751,181 | LÍMITES DE ATTERBERG |
| PROFUNDIDAD | 1.00M | PROCTOR MODIFICADO TIPO B |
| | | COMPACTACIÓN CBR |

Tabla 200.- Análisis Granulométrico-Calicata 8.

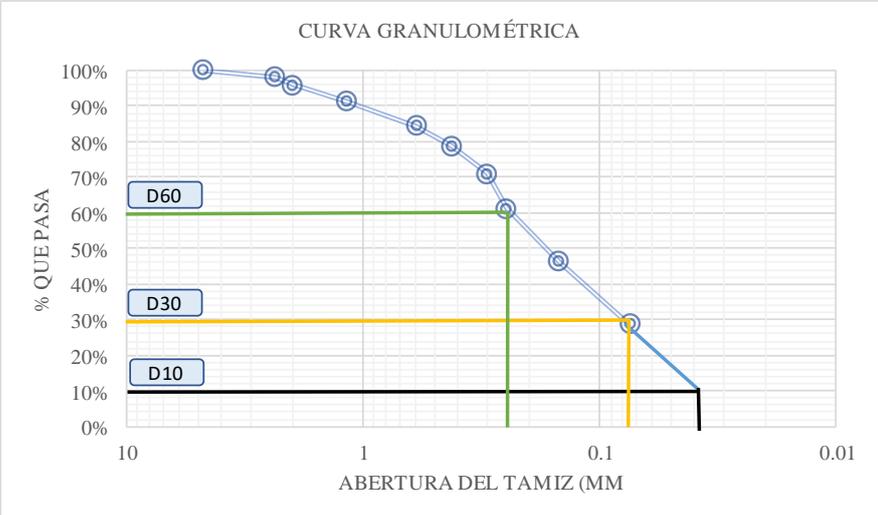
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | |  | | | |
|--|---------------|---|------------------------------|-----------------------|------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | PROFUNDIDAD: | 1,20 m | COORDENADAS | |
| PESO DE LA MUESTRA: | 1000 | ABSCISA: | K3+600 | X: 763751,181 | |
| MUESTRA: | Calicata 8 | FECHA: | 03/10/2022 | Y: 9845391,632 | |
| # TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO RETENIDO ACUMULADO (gr) | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0% | 100% |
| 8 | 2.36 | 19.60 | 19.60 | 2% | 98% |
| 10 | 2 | 21.10 | 40.70 | 4% | 96% |
| 16 | 1.18 | 45.30 | 86.00 | 9% | 91% |
| 30 | 0.6 | 68.40 | 154.40 | 15% | 85% |
| 40 | 0.425 | 57.10 | 211.50 | 21% | 79% |
| 50 | 0.3 | 78.60 | 290.10 | 29% | 71% |
| 60 | 0.25 | 98.30 | 388.40 | 39% | 61% |
| 100 | 0.15 | 149.20 | 537.60 | 54% | 46% |
| 200 | 0.075 | 174.60 | 712.20 | 71% | 29% |
| FUENTE | | 287.60 | 999.80 | 100% | 0% |
| RESULTADO | | | | | |
| D10= | 0.035 | Cu= | 7.14 | | |
| D30= | 0.075 | Cc= | 0.64 | | |
| D60= | 0.25 | | | | |
| CLASIFICACIÓN | | TIPO DE SUELO | | | |
| GRAVA | 0% | CLASIFICACIÓN DE GRUPO | TIPO DE MATERIAL | | |
| ARENA | 71% | SM | ARENA LIMOSA | | |
| FINOS | 29% | | BAJA PLASTICIDAD | | |
| <p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p>  <p>El gráfico muestra una curva granulométrica con el eje Y etiquetado como '% QUE PASA' (de 0% a 100%) y el eje X etiquetado como 'ABERTURA DEL TAMIZ (MM)' (de 10 a 0.01). La curva comienza en 100% para tamices de 4.76 mm y 2.36 mm, y desciende hasta 0% para tamices de 0.075 mm y menores. Se han marcado tres puntos clave: D10 a 0.035 mm (10% que pasa), D30 a 0.075 mm (30% que pasa) y D60 a 0.25 mm (61% que pasa).</p> | | | | | |

Tabla 203.- Límites de Atterberg-Calicata 8.

| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA | | CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | | |
|---|--------|---|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|   | | | | | | | | |
| PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: | | 11/10/2022 | | | | |
| REALIZADO POR: | | Lenin Lara | | MUESTRA: | | | | |
| | | | | Calicata 8 | | | | |
| ABSCISA: | | K3+600 | | REVISADO POR: | | | | |
| | | | | mg. winton | | | | |
| | | | | A146 | | | | |
| | | | | X: | | | | |
| | | | | 763751.181 | | | | |
| | | | | Y: | | | | |
| | | | | 9845391.63 | | | | |
| Límite Líquido | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 50.15 | 48.65 | 51.69 | 62.13 | 46.57 | 50.14 | 59.67 | 47.68 |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 42.9 | 42.4 | 46.34 | 55.36 | 42.98 | 45.25 | 54.4 | 43.81 |
| Preso del recipiente (gr) | 20.51 | 23.15 | 26.4 | 30.15 | 25.74 | 21.36 | 27.31 | 24.12 |
| Peso del agua Ww (gr) | 7.25 | 6.25 | 5.35 | 6.77 | 3.59 | 4.89 | 5.27 | 3.87 |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 22.39 | 19.25 | 19.94 | 25.21 | 17.24 | 23.89 | 27.09 | 19.69 |
| Contenido de humedad (W%) | 32.4 | 32.5 | 26.8 | 26.9 | 20.8 | 20.5 | 19.5 | 19.7 |
| Contenido de humedad promedio | 32.424 | | 26.84 | | 20.65 | | 19.55 | |
| Numero de golpes | 6 | | 18 | | 27 | | 35 | |
| LÍMITE LÍQUIDO | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Límite plástico | | | | | | | | |
| # Recipiente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Muestra Húmeda + recipiente (gr) | 10.9 | 10.3 | 9.5 | 14.7 | 14.9 | | | |
| Muestra Seca + recipiente (gr) | 10.1 | 9.5 | 8.8 | 12.8 | 14.2 | | | |
| Preso del recipiente (gr) | 6.51 | 5.42 | 6.12 | 5.14 | 10.35 | | | |
| Peso del agua Ww (gr) | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 1.9 | 0.7 | | | |
| Peso muestra seca Ws (gr) | 3.59 | 4.08 | 2.68 | 7.66 | 3.85 | | | |
| Contenido de humedad (W%) | 22.3 | 19.6 | 26.1 | 24.8 | 18.2 | | | |
| Límite Plástico | | | | | | 22.20 | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Límite Líquido | | | | | | 23.22 | | |
| Límite Plástico | | | | | | 22.20 | | |
| Índice de Plasticidad | | | | | | 1.02 | | |
| | | | | | | | | |

Tabla 206.- Proctor Modificado Tipo B-Calicata 8.

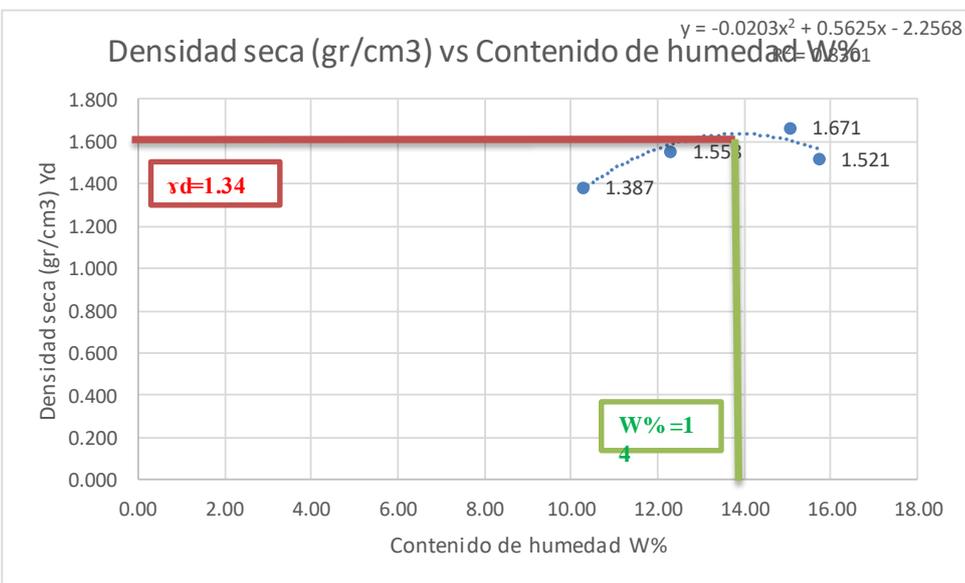
|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|--|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANA HURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | | | |
| VIA MOCHA-PINGUILI | | FECHA: | 13/10/2022 | COORDENADAS | | | | |
| REALIZADO POR: | Lenin Lara | MUESTRA: | Calicata 8 | X: | 763751.181 | | | |
| ABCISA: | K3+600 | REVISADO POR: | Ing. Milton Aldás | Y: | 9845391.632 | | | |
| DATOS | | | | | | | | |
| Número de golpes: | Número de capas: | Peso del martillo: | | | | | | |
| 56 | 5 | 18' 15ft | | | | | | |
| Altura de caída: | Peso el molde (gr) | Volumen del molde (cc): | | | | | | |
| 18" o 1.5ft | 15145 | 2304.522 | | | | | | |
| PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
| Ensayo número | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| Humedad inicial añadida en % | 3 | 6 | 9 | 12 | | | | |
| Humedad inicial añadida en (cc) | 180 | 360 | 540 | 720 | | | | |
| Peso del molde + suelo húmedo (gr) | 18670 | 19178 | 19574 | 19201 | | | | |
| Peso suelo húmedo W _m (gr) | 3525 | 4033 | 4429 | 4056 | | | | |
| Densidad húmeda Y _m (gr/cm ³) | 1.530 | 1.750 | 1.922 | 1.760 | | | | |
| OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | |
| # Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Húmedo + recipiente (W _h +W _r) | 110.6 | 118.8 | 113.6 | 99.7 | 95.6 | 105.3 | 117.6 | 118.2 |
| Peso M. seca + recipiente (W _s +W _r) | 103.4 | 110.5 | 103.5 | 91.8 | 86.1 | 95.1 | 105.6 | 104.9 |
| Peso del recipiente (W _r) | 32.8 | 30.2 | 25.3 | 24.1 | 24.7 | 25.3 | 25.6 | 23.9 |
| Peso del agua (W _w) | 7.20 | 8.30 | 10.10 | 7.90 | 9.50 | 10.20 | 12.00 | 13.30 |
| Peso de la muestra seca (W _s) | 70.6 | 80.3 | 78.2 | 67.7 | 61.4 | 69.8 | 80 | 81 |
| Contenido de humedad (W%) | 10.20 | 10.34 | 12.92 | 11.67 | 15.47 | 14.61 | 15.00 | 16.42 |
| Contenido de humedad (W%) promedio | 10.27 | | 12.29 | | 15.04 | | 15.71 | |
| Densidad seca (gr/cm ³) (Y _d) | 1.387 | | 1.558 | | 1.671 | | 1.521 | |
|  <p style="text-align: center;">$y = -0.0203x^2 + 0.5625x - 2.2568$</p> | | | | | | | | |
| Densidad seca máxima (Y_d) = 1.34 gr/cm³ | | | Contenido de humedad óptimo (W%) = 14 % | | | | | |

Tabla 209.- Ensayo de Compactación CBR-Calicata 8.

|  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  | | | | | | |
|--|------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILI-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA” | | | | | | |
| NORMAS: | ASTM D-1883 | | COORDENADAS | | MUESTRA: Calicata 8 | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | | X: | 763751.181 | ABSCISA: K3+600 | |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | | Y: | 9845391.632 | FECHA: 24/10/2022 | |
| ESPECIFICACIONES CBR | | | | | | |
| PESO MUESTRA (gr) | 6000 | | TIPO | PROCTOR MODIFICADO | | |
| PESO MARTILLO (lb) | 10 | | DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm ³) | | | |
| ALTURA DE CAIDA | 18" | | CONT. DE HUMEDAD ÓPTIMO (%) | | | |
| MOLDE | A | | B | | C | |
| DIMENSIONES | DIÁMETRO | 15.26 | DIÁMETRO | 15.17 | DIÁMETRO | 15.1 |
| | ALTURA | 12.7 | ALTURA | 12.65 | ALTURA | 12.65 |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
| MOLDE N° | M1 | | M2 | | M3 | |
| N° DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| N° DE GOLPES | 56 | | 27 | | 11 | |
| CONDICIÓN DE LA MUESTRA | ANTES DE REMOJO | | | | | |
| SUELO HÚMEDO+MOLDE (gr) | 12582 | | 12382 | | 12331 | |
| PESO MOLDE (gr) | 8365 | | 8275 | | 8275 | |
| PESO SUELO HÚMEDO (gr) | 4217 | | 4107 | | 4056 | |
| VOLUMEN DE MUESTRA (cm ³) | 2322.76 | | 2286.40 | | 2265.35 | |
| P. UNITARIO HUM. γ_m (gr/cm ³) | 1.82 | | 1.80 | | 1.79 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE | BANDEJA | MOLDE |
| RECIPIENTE N° | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| P. HÚMEDO + RECIPIENTE (gr) | 135.6 | 105.8 | 148.7 | 137.3 | 149.6 | 131.1 |
| P. SECO + RECIPIENTE (gr) | 119.2 | 94.2 | 130.3 | 120.6 | 129 | 116.2 |
| PESO RECIPIENTE (gr) | 32 | 30.8 | 30.5 | 30.7 | 30.2 | 31.5 |
| PESO AGUA (gr) | 16.5 | 12 | 18.1 | 17 | 19.9 | 16.5 |
| PESO SUELO SECO (gr) | 87.2 | 63.4 | 99.8 | 89.9 | 98.8 | 84.7 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 18.81 | 18.30 | 18.44 | 18.58 | 20.85 | 17.59 |
| CONT. DE HUMEDAD PORM. (%) | 18.55 | | 18.51 | | 19.22 | |
| PESO UNITARIO SECO γ_d (gr/cm³) | 1.531 | | 1.516 | | 1.502 | |



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

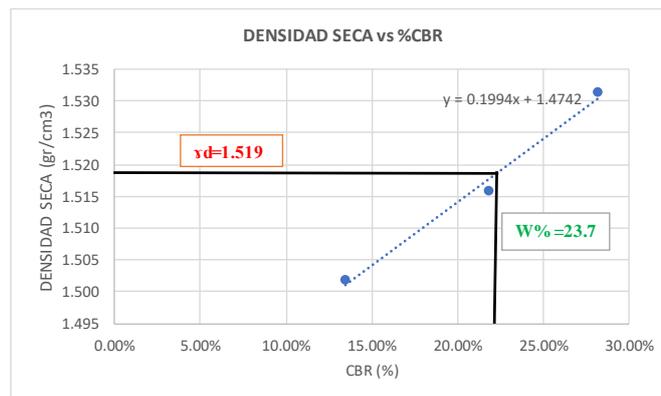
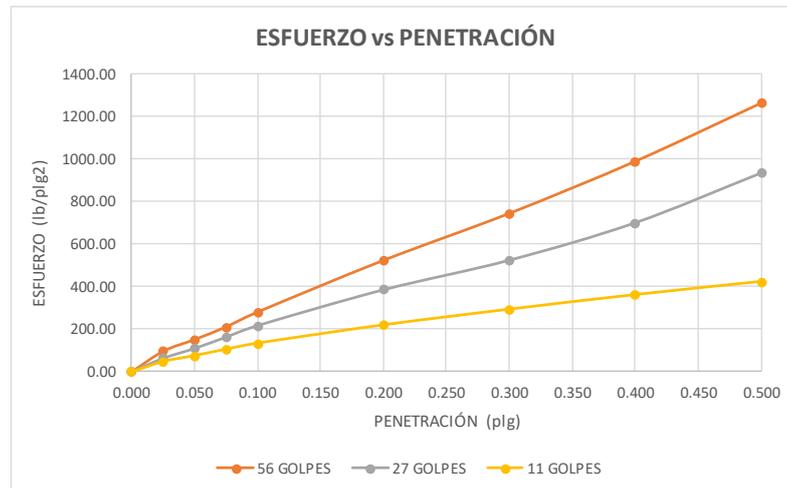


PROYECTO: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

| | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| NORMAS: | ASTM D-1883 | COORDENADAS | MUESTRA: | Calicata 8 |
| PESO DE LA MUESTRA (gr): | 6000 | X: | 763751.181 | K3+600 |
| REALIZADO POR: | LENIN LARA | Y: | 9845391.632 | FECHA: |
| | | | | 27/10/2022 |

ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS) | ÁREA DEL PISTÓN | 3 | VEL. DE CARGA: 1.27 mm/min | | MUESTRA: SUBRASANTE | |
| Nº MOLDE | 56 | | 27 | | 11 | |
| PENETRACIÓN (plg) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) | DIAL | PRESIÓN (lb/plg ²) |
| 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.025 | 290.20 | 96.73 | 190.40 | 63.47 | 144.50 | 48.17 |
| 0.050 | 456.60 | 152.20 | 330.50 | 110.17 | 228.70 | 76.23 |
| 0.075 | 635.20 | 211.73 | 490.30 | 163.43 | 318.70 | 106.23 |
| 0.100 | 845.20 | 281.73 | 652.60 | 217.53 | 403.10 | 134.37 |
| 0.200 | 1575.60 | 525.20 | 1158.40 | 386.13 | 658.80 | 219.60 |
| 0.300 | 2240.30 | 746.77 | 1576.30 | 525.43 | 878.70 | 292.90 |
| 0.400 | 2975.60 | 991.87 | 2105.10 | 701.70 | 1083.20 | 361.07 |
| 0.500 | 3798.20 | 1266.07 | 2807.30 | 935.77 | 1268.30 | 422.77 |
| Nº MOLDE | PRESIÓN (lb/plg ²) | | CBR 0.1 (plg) | | DENSIDAD SECA | |
| A | 281.73 | | 28.17% | | 1.531 | |
| B | 217.53 | | 21.75% | | 1.516 | |
| C | 134.37 | | 13.44% | | 1.502 | |
| DENSIDAD SECA MÁX. | 1.531 | | | | | |
| 95% | 1.45 | | | | | |
| % CBR 0.1 (plg.) | 23.70% | | | | | |





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



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

FOTOGRAFIA N.1



Ubicación de la antena base en zona específica.

FOTOGRAFIA N.2



Toma de puntos tanto en el eje central y borde de la vía.

FOTOGRAFIA N.3



Toma de puntos para la franja topográfica.



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



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

MEDICIÓN DE TRAFICO TPDA

FOTOGRAFIA N.1



Medición de tráfico en punto estratégico

FOTOGRAFIA N.2



Material de apoyo para TPDA.



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



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

CALICATAS

FOTOGRAFIA N.1



Marcando dimensiones de calicata.

FOTOGRAFIA N.2



Excavación de calicata.

FOTOGRAFIA N.3



Muestra extraída de suelo.

FOTOGRAFIA N.4



Medición de profundidad de calicata.



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



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

ENSAYOS DE SUELOS

FOTOGRAFIA N.1



Muestras para contenido de humedad.

FOTOGRAFIA N.2



Muestra seca lista para Granulometría.

FOTOGRAFIA N.3



Muestra de 100g para realizar granulometría.

FOTOGRAFIA N.4



Muestra en tamices lista para ubicar en la maquina vibradora.



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



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

FOTOGRAFIA N.5



Muestra fina para ensayo de Límites de Atterberg.

FOTOGRAFIA N.6



Surco en la muestra para limite liquido con el canalizador.

FOTOGRAFIA N.7



Muestra de cilindro para limite plástico aproximadamente de 3mm de diámetro

FOTOGRAFIA N.8



Muestras de limite líquido y plástico para ver contenido de humedad.



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



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

FOTOGRAFIA N.9



Tamizado y pesado de muestra para Proctor

FOTOGRAFIA N.10



Saturación de suelo.

FOTOGRAFIA N.11



División de suelo en 5 partes iguales.

FOTOGRAFIA N.12



Pesado de cilindros para ensayo de Proctor.



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



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

ENSAYO VIGA BENKELMAN

FOTOGRAFIA N.1



Abcísado de vía previo al ensayo.

FOTOGRAFIA N.2



Medición para señalética del ensayo.

FOTOGRAFIA N.3



Ubicación correcta de la volqueta.

FOTOGRAFIA N.4



Lectura de deflexiones.



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



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

UNIDADES DE MUESTREO PCI

| FOTOGRAFIA N.1 | FOTOGRAFIA N.2 |
|---|--|
|  |  |
| Presencia de vía férrea. | Medición de fallas en el tramo. |
| FOTOGRAFIA N.3 | FOTOGRAFIA N.4 |
|  |  |
| Grieta de borde. | Presencia de parcheo. |



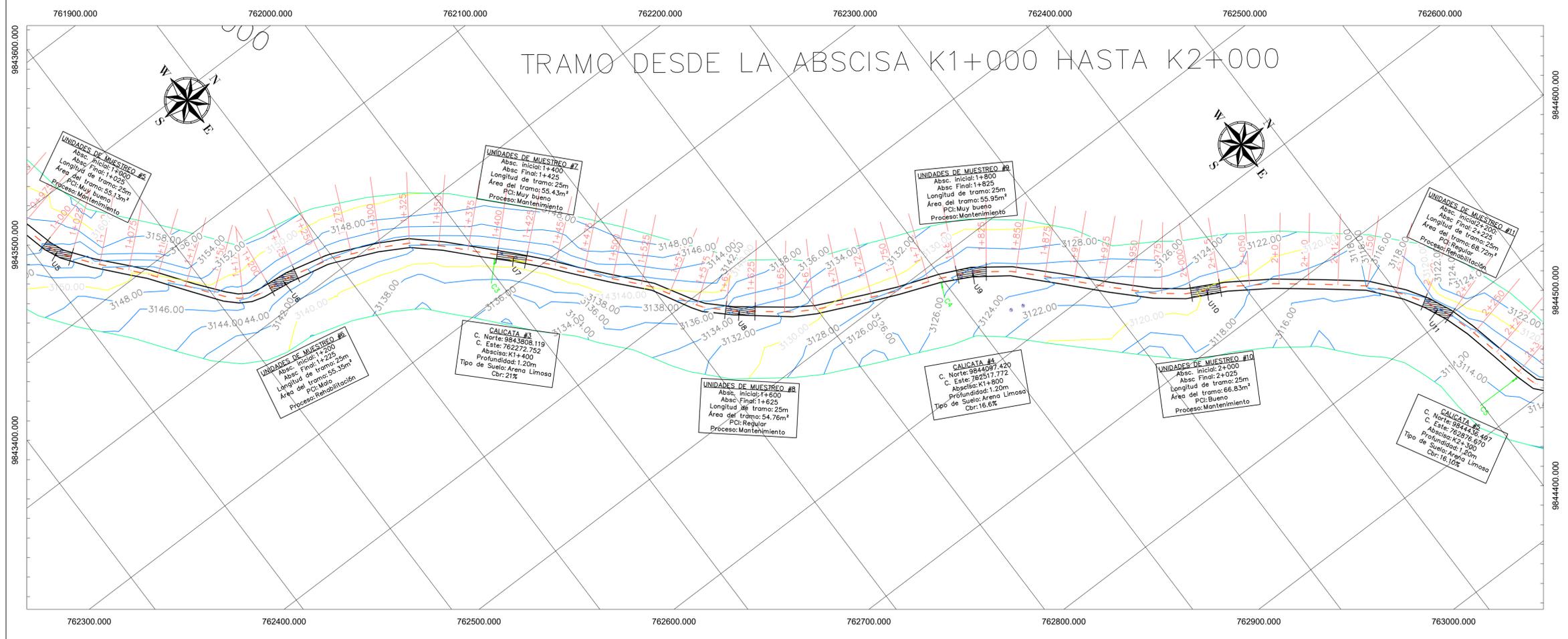
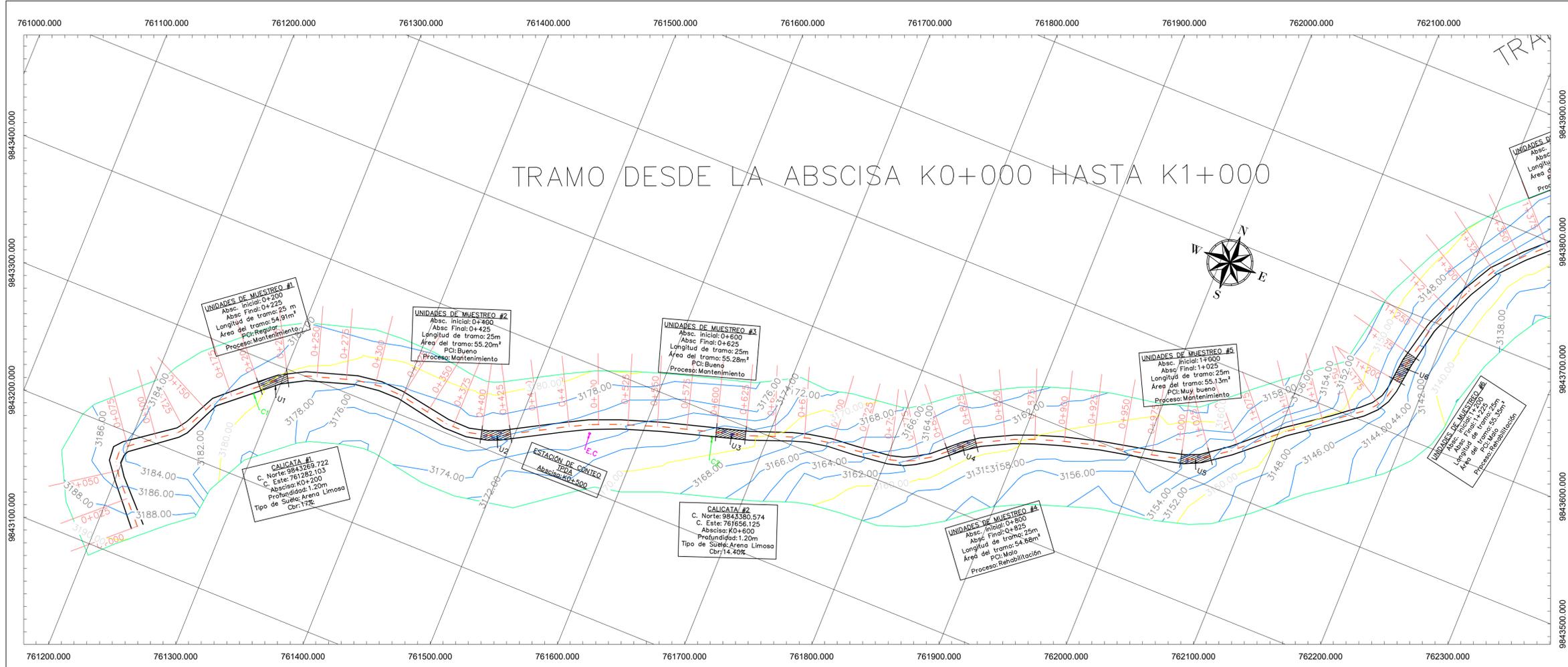
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: “PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

UNIDADES DE MUESTREO PCI

| FOTOGRAFIA N.5 | FOTOGRAFIA N.6 |
|---|--|
|  |  |
| Piel de cocodrilo | Grieta longitudinal. |
| FOTOGRAFIA N.7 | FOTOGRAFIA N.8 |
|  |  |
| Agrietamiento en bloque | Grietas transversales. |



TEMA: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILI-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTENIDO:
 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA MOCHA - PINGUILI - YANAHURCO

| | |
|------------------------------|----------------|
| UBICACIÓN | FECHA |
| MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR | DICIEMBRE 2022 |
| ABSCISA: | ESCALA |
| K0+000 - K4+000 | 1:2000 |

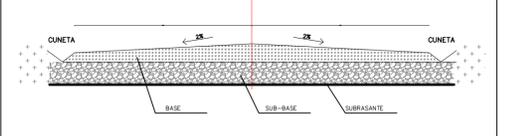
| | |
|-----------------------------------|-----------|
| REALIZADO POR: | LAMINAS |
| LENIN ALEJANDRO LARA PÉREZ | 01 |
| REVISADO POR: | DE 04 |
| ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ | |

| | |
|--|-------------------------|
| | UNIDADES DE MUESTREO |
| | CALICATAS |
| | ESTACIÓN DE CONTEO TPDA |

| SIMBOLOGÍA PCI | | UNIDAD |
|----------------|-----------------------------------|----------------|
| PC | PIEL DE COCODRILO | m ² |
| AB | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | m ² |
| GB | GRIETA DE BORDE | m |
| P | PARCHEO | m ² |
| GLT | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | m |
| M | METEORIZACIÓN | m ² |
| HU | HUECOS | u |
| CF | CRUCE VÍA FERREA | m ² |
| AH | ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO | m ² |



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA MOCHA - PINGUILI





TEMA: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGULÍ-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTENIDO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA MOCHA - PINGULÍ - YANAHURCO

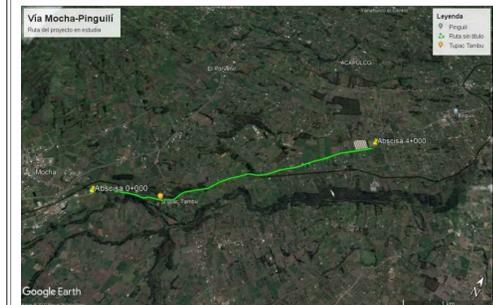
UBICACIÓN: MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR
FECHA: DICIEMBRE 2022

ABSCISA: K0+000 - K4+000
ESCALA: 1:2000

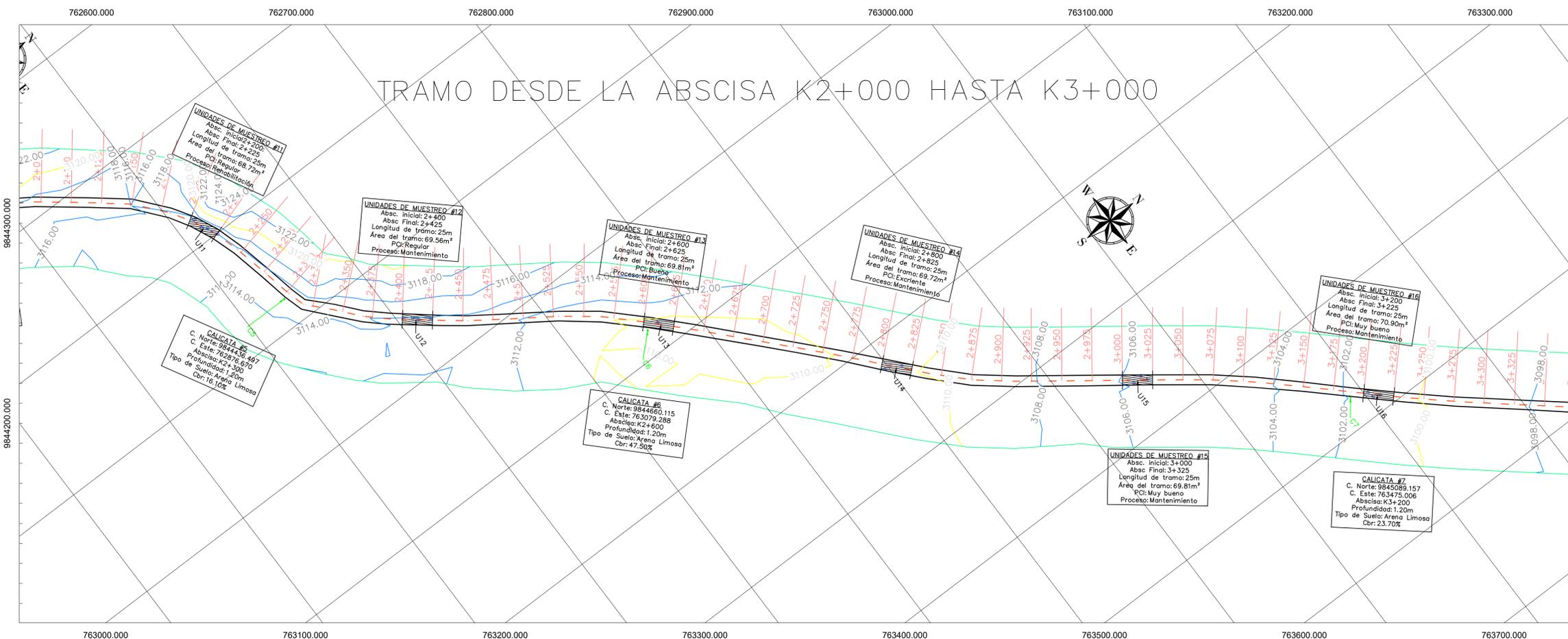
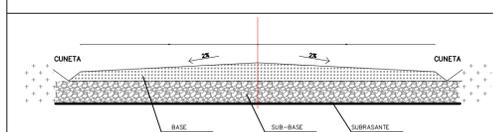
REALIZADO POR: LENIN ALEJANDRO LARA PÉREZ
REVISADO POR: ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ
LAMINAS: **02** DE 04

- U18 UNIDADES DE MUESTREO
- C8 CALICATAS
- E.C ESTACIÓN DE CONTEO TPDA

| SIMBOLOGÍA PCI | | UNIDAD |
|----------------|-----------------------------------|----------------|
| PC | PIEL DE COCODRILO | m ² |
| AB | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | m ² |
| GB | GRIETA DE BORDE | m |
| P | PARCHEO | m ² |
| GLT | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | m |
| M | METEORIZACIÓN | m ² |
| HU | HUECOS | u |
| CF | CRUCE VÍA FERREA | m ² |
| AH | ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO | m ² |



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA MOCHA - PINGULÍ





TEMA: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILI-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABCISCA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

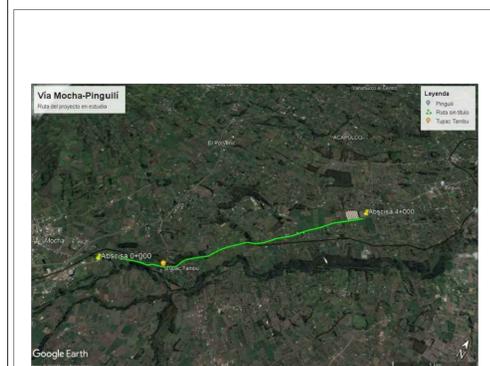
CONTENIDO:
 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA MOCHA - PINGUILI - YANAHURCO

| | |
|------------------------------|----------------|
| UBICACIÓN | FECHA |
| MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR | DICIEMBRE 2022 |
| ABSCISA: | ESCALA |
| K0+000 - K4+000 | 1:1000 |

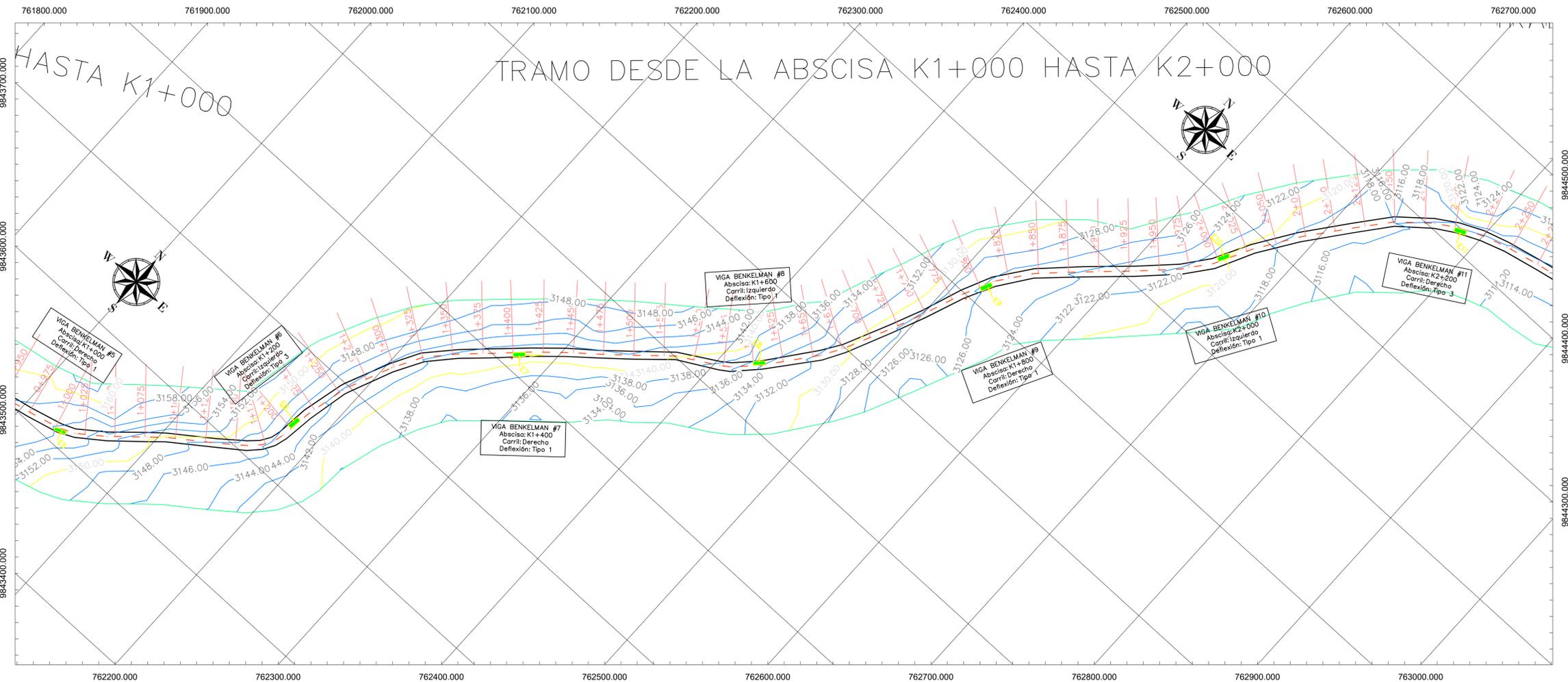
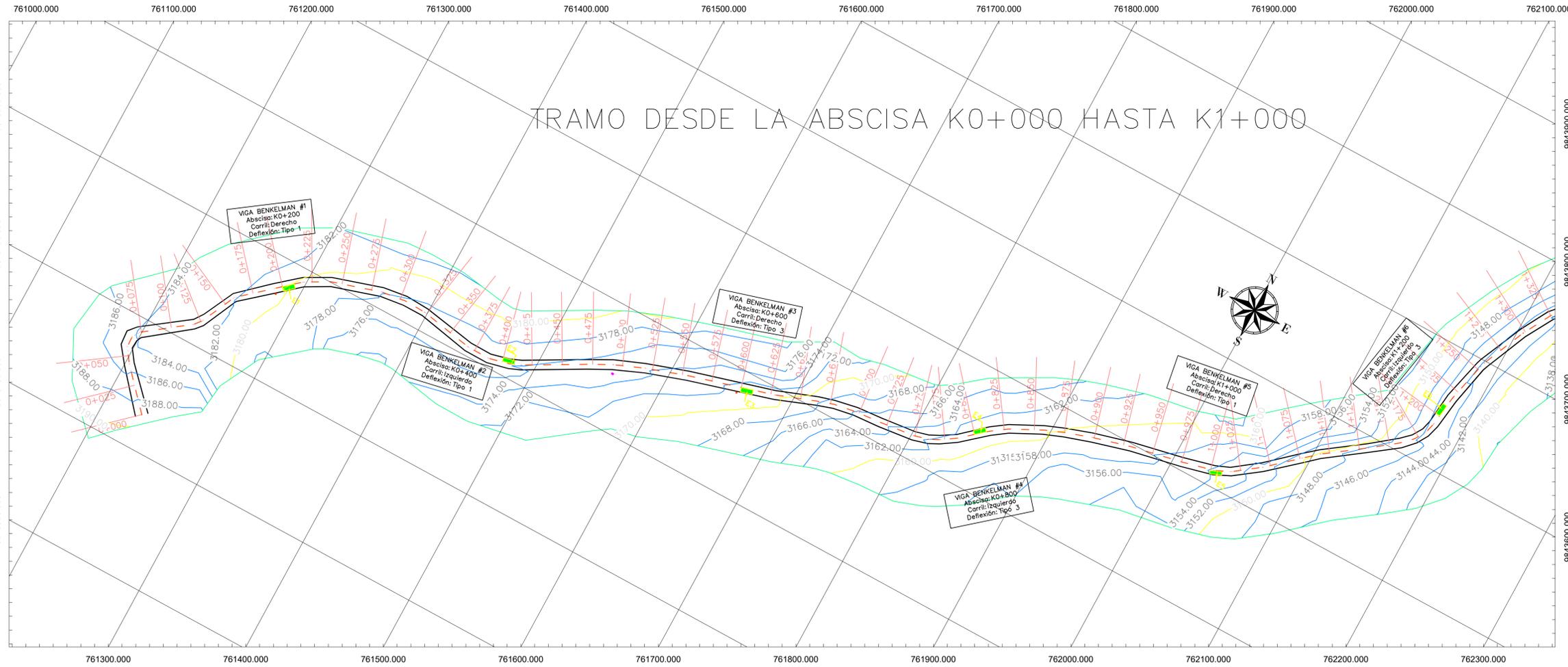
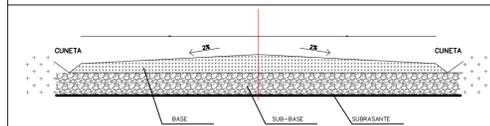
| | |
|-----------------------------------|-----------|
| REALIZADO POR: | LAMINAS |
| LENIN ALEJANDRO LARA PÉREZ | 03 |
| REVISADO POR: | DE 04 |
| ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ | |

- U18 UNIDADES DE MUESTREO
- C8 CALICATAS
- E.C ESTACIÓN DE CONTEO TPDA

| SIMBOLOGÍA PCI | | UNIDAD |
|----------------|-----------------------------------|----------------|
| PC | PIEL DE COCODRILO | m ² |
| AB | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | m ² |
| GB | GRIETA DE BORDE | m |
| P | PARCHEO | m ² |
| GLT | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | m |
| M | METEORIZACIÓN | m ² |
| HU | HUECOS | u |
| CF | CRUCE VÍA FERREA | m ² |
| AH | ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO | m ² |



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA MOCHA - PINGUILÍ





TEMA: "PROPUESTA DE UN PROCESO DE CONSERVACIÓN PARA LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MOCHA-PINGUILI-YANAHURCO, EN EL TRAMO DE LA ABSCISA K0+000 A K4+000 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

CONTENIDO:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA VÍA MOCHA - PINGUILI - YANAHURCO

| | |
|------------------------------|----------------|
| UBICACIÓN | FECHA |
| MOCHA - TUNGURAHUA - ECUADOR | DICIEMBRE 2022 |

| | |
|-----------------|--------|
| ABSCISA: | ESCALA |
| K0+000 - K4+000 | 1:1000 |

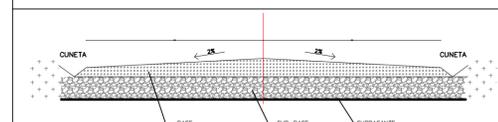
| | |
|-----------------------------------|-----------|
| REALIZADO POR: | LAMINAS |
| LENIN ALEJANDRO LARA PÉREZ | 04 |
| REVISADO POR: | DE 04 |
| ING. MILTON ROGRIGO ALDAS SÁNCHEZ | |

- U18 UNIDADES DE MUESTREO
- C8 CALICATAS
- E.C ESTACIÓN DE CONTEO TPDA

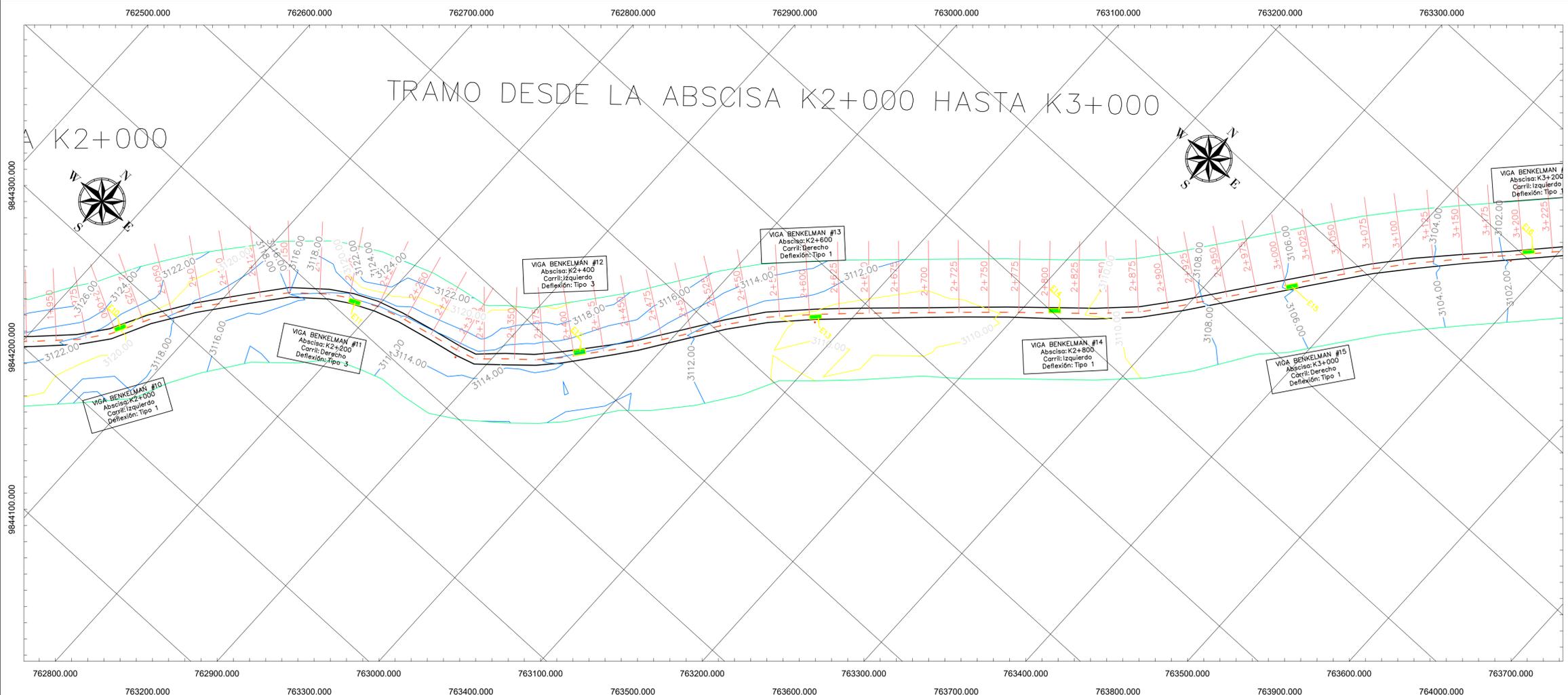
| SIMBOLOGÍA PCI | | UNIDAD |
|----------------|-----------------------------------|----------------|
| <u>PC</u> | PIEL DE COCOTRILO | m ² |
| <u>AB</u> | AGRIETAMIENTO EN BLOQUE | m ² |
| <u>GB</u> | GRIETA DE BORDE | m |
| <u>P</u> | PARCHEO | m ² |
| <u>GLT</u> | GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL | m |
| <u>M</u> | METEORIZACIÓN | m ² |
| <u>HU</u> | HUECOS | u |
| <u>CF</u> | CRUCE VÍA FERREA | m ² |
| <u>AH</u> | ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO | m ² |



SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA MOCHA - PINGUILÍ



TRAMO DESDE LA ABSCISA K2+000 HASTA K3+000



TRAMO DESDE LA ABSCISA K3+000 HASTA K4+000

