



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA CIVIL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA
(E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM
4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN
GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

AUTORA: Jennifer Mishell Asitimbay Mullo

TUTOR: Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, para la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, elaborado por la Srta. **Jennifer Mishell Asitimbay Mullo** portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 0650007040, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, febrero 2024



Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jennifer Mishell Asitimbay Mullo con C.I. 0650007040, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema **“EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del Trabajo Experimental, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Jennifer Mishell Asitimbay Mullo

C.I. 0650007040

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento visible para su lectura consulta y proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, 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, febrero 2024



Jennifer Mishell Asitimbay Mullo

C.I. 0650007040

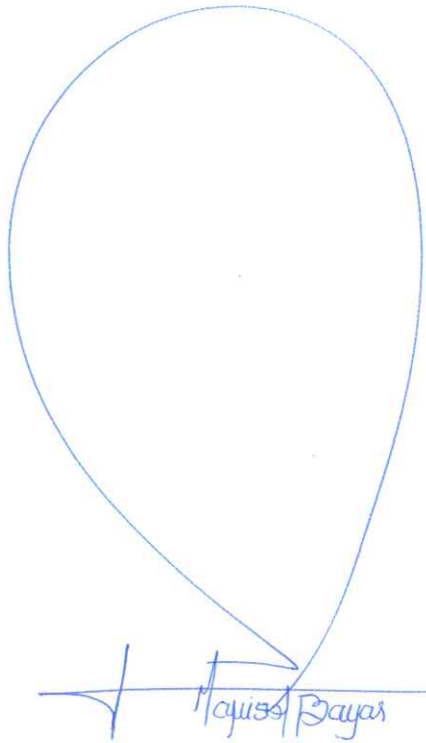
AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental realizado por la estudiante **Jennifer Mishell Asitimbay Mullo** de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**.

Ambato, febrero 2024

Para constancia firma:



Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. María Fernanda Pico Núñez, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada a Dios por bendecir mi vida grandemente y ser mi refugio en los momentos buenos y en los momentos difíciles aún más.

A mi madre por haberme dado la vida, a mis abuelitos por ser mis segundos padres, a mi hermano por ser mi mayor fuente de admiración, a mis tíos paternos por guiarme emocional y espiritualmente, a mi padre por ser un ejemplo de fortaleza y apoyarme en el desarrollo de mi tesis, a mis amigos que me ayudaron en el desarrollo de la tesis, a las personas que me demostraron su afecto y cariño verdadero; por último, pero no menos importante a mi perrita Akira por ser un regalo de Dios que me ha acompañado durante trece años y los que vendrán.

Jennifer Mishell Asitimbay Mullo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su gran amor, por su bondad y por guiar mi vida hoy, mañana y siempre.

A mi madre allá en el cielo por haber sido una mujer fuerte, trabajadora, ejemplar y darme el impulso para seguir alcanzando mis sueños.

A mis abuelitos quienes me acogieron como unos verdaderos padres, me criaron con cariño, me enseñaron valores y que el amor a Dios es lo más importante.

A mi hermano por motivarme constantemente a conseguir mis metas y ser un gran ejemplo por seguir.

A mis tíos paternos y mis primos por sus sabios consejos, su sincero amor y por escucharme todas las veces que los necesité en mi niñez, en mi adolescencia y hasta el día de hoy.

A mi padre por acompañarme, ser un gran apoyo al impulsar mi carrera y ser un guía en mi vida.

Jennifer Mishell Asitimbay Mullo

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
METODOLOGÍA	6
2.1. Materiales	7
2.2. Métodos	7
Fase Preliminar.....	7
Primera Fase.....	8
Segunda Fase.....	21
Tercera Fase	36

CAPÍTULO III.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.1. Análisis y discusión de los resultados	37
Primera Fase.....	37
Segunda Fase.....	43
Tercera Fase	54
3.2. Verificación de hipótesis	57
CAPÍTULO IV.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
4.1. Conclusiones.....	59
4.2. Recomendaciones	61
MATERIALES DE REFERENCIA	62
Referencias Bibliográficas	62
Anexos.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato de registro para conteo de tráfico vehicular.....	9
Tabla 2. Longitudes de unidad de muestreo según el ancho de calzada	10
Tabla 3. Formato de registro para datos del PCI.....	11
Tabla 4. Distancia al borde según el ancho del carril.....	14
Tabla 5. Formato de resultados iniciales de las deflexiones	16
Tabla 6. Factor de corrección por estacionalidad.....	17
Tabla 7. Formato de resultados totales de las deflexiones corregidas	20
Tabla 8. Formato de deflexiones medidas en cada unidad.....	21
Tabla 9. Ensayos para determinación de componentes físicos	22
Tabla 10. Formato para recolección de datos y cálculo de DCP.....	22
Tabla 11. Límites para clasificar una Subbase	23
Tabla 12. Valores para clasificación general del CBR y sus usos	28
Tabla 13. Métodos del ensayo de Abrasión	28
Tabla 14. Método A del ensayo de Abrasión	29
Tabla 15. Formato para recolección de datos y cálculo de porcentaje de abrasión ..	29
Tabla 16. Valores para clasificación de una vía en base al TPDA futuro.....	31
Tabla 17. Formato para cálculo de factores de daño.....	32
Tabla 18. Factores de distribución por carril.....	34
Tabla 19. Valores para clasificación de los tipos de Mantenimiento.....	35
Tabla 20. Valores para clasificación del comportamiento de la subrasante y del pavimento.....	35
Tabla 21. Coordenadas UTM WGS84 – 17 SUR de la estación de conteo	37
Tabla 22. Datos iniciales para el cálculo de unidades mínimas de muestreo.....	37
Tabla 23. Resultados totales del PCI de cada unidad de muestreo	39
Tabla 24. Resultados de las deflexiones del primer punto.....	39
Tabla 25. Cálculo de las deflexiones reales del primer punto.....	40
Tabla 26. Cálculo de las deflexiones corregidas por temperatura del primer punto.	40
Tabla 27. Cálculo de las deflexiones corregidas por estacionalidad del primer punto	41
Tabla 28. Resultados totales de la deflexión admisible, característica y crítica	42

Tabla 29. Resultados totales de todos los radios de curvatura	43
Tabla 30. Resultados totales del ensayo de DCP en la subrasante.....	43
Tabla 31. Límites para clasificar una Subbase	44
Tabla 32. Resultados totales de Granulometría de la Subrasante	44
Tabla 33. Resultados totales de Granulometría de la Subbase.....	45
Tabla 34. Resultados totales de límites de Atterberg de la Subrasante.....	45
Tabla 35. Resultados totales de límites de Atterberg de la Subbase	45
Tabla 36. Resultados totales del ensayo de Proctor Modificado de la Subrasante ...	46
Tabla 37. Resultados totales del ensayo de Proctor Modificado de la Subbase.....	46
Tabla 38. Resultados totales del ensayo de CBR de la Subrasante.....	46
Tabla 39. Resultados totales del ensayo de CBR de la Subbase	47
Tabla 40. Resultados totales del porcentaje de Abrasión de la Subbase.....	47
Tabla 41. Factor de hora pico de la vía	48
Tabla 42. Resultados totales del TPDA del 2023 por categoría.....	48
Tabla 43. Resultados totales del TPDA futuro hasta el 2043.....	50
Tabla 44. Resultados totales del número de ejes equivalentes hasta el 2043.....	52
Tabla 45. Resultados totales del PCI y el tipo de mantenimiento en cada unidad....	53
Tabla 46. Clasificación final del comportamiento de la subrasante y del pavimento de la vía	54
Tabla 47. Resumen de todas las fallas presentes - Cuantificación y solución	55
Tabla 48. Presupuesto Referencial	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de lectura del ábaco 10.....	12
Figura 2. Ejemplo de lectura del ábaco de valores deducidos finales.....	13
Figura 3. Trazado de cada unidad para ensayo con la Viga Benkelman	15
Figura 4. Ubicación del palpador en el ensayo de la Viga Benkelman	15
Figura 5. Ejemplo de lectura del dial	16
Figura 6. Ejemplo de Deflectograma	20
Figura 7. Ejemplo de deflexiones producidas en cada unidad.....	21
Figura 8. Resultado final del Deflectograma	42
Figura 9. Distribución porcentual del TPDA del 2023 por categoría.....	49
Figura 10. Fragmento de tabla de pesos del vehículo 2D	51

RESUMEN EJECUTIVO

Un sistema de red vial debidamente conservado es imprescindible para alargar la vida útil de una vía, dar un alto nivel de serviciabilidad, comodidad y seguridad al usuario. Por esta razón, resultó necesario analizar visual y estructuralmente el pavimento de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000, reconociendo las fallas presentes y la interpretación de las deflexiones del pavimento para proponer un plan de mantenimiento vial adecuado a sus condiciones.

El desarrollo de este trabajo experimental se dividió en tres fases principales: en la primera se extrajeron las muestras para ensayos, se determinó el volumen de tráfico, el Índice de Condición del Pavimento y deflexiones de la vía; en la segunda se procesaron los datos obtenidos de campo para la determinación del TPDA, el número de ejes equivalentes, el estado de la vía mediante el cálculo del PCI y de las deflexiones; en la última se propuso un plan de mantenimiento vial con su presupuesto. La metodología que se ocupó fue en general de tipo cuantitativa debido a que se utilizaron procesos matemáticos.

Como resultado se obtuvo deflexiones tipo I con una subrasante y un pavimento con buen comportamiento, el PCI promedio fue de 78.28 puntos por ende es una vía en buen estado que necesita un mantenimiento rutinario y un presupuesto referencial de \$ 104.337,93.

Palabras claves: Mantenimiento vial, TPDA, Ejes Equivalentes, PCI, Deflexiones, Presupuesto referencial.

ABSTRACT

A properly maintained road network system is essential to extend the useful life of a road, provide a high level of serviceability, comfort and safety to the user. For this reason, it was necessary to visually and structurally analyze the pavement of the road that goes from the intersection with La Troncal de la Sierra (E35) to the Galte Chine Pungo Community, in the section KM 4+000 to KM 8+000, recognizing the present faults and the interpretation of pavement deflections to propose a road maintenance plan appropriate to its conditions.

The development of this experimental work was divided into three main phases: in the first, the samples for testing were extracted, the traffic volume, the Pavement Condition Index and road deflections were determined; In the second, the data obtained from the field were processed to determine the TPDA, the number of equivalent axles, the condition of the track by calculating the PCI and the deflections; In the last one, a road maintenance plan was proposed with its budget.

The methodology used was generally quantitative because mathematical processes were used.

As a result, type I deflections were obtained with a subgrade and a pavement with good behavior, the average PCI was 78.28 points, therefore it is a road in good condition that needs routine maintenance and a reference budget of \$104,337.93.

Keywords: Road Maintenance, TPDA, Equivalent Axles, PCI, Deflections, Budget.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Una red vial en buenas condiciones es un bien de gran importancia que posee un país, una ciudad o un sector debido a que ayuda directamente a la economía y el desarrollo de dicha comunidad gracias a los servicios que la misma ofrece.

Así pues, las vías de comunicación son entre comunidades, generalmente utilizadas para el transporte de personas y bienes. Por esta razón, desempeñan un papel crucial en el ámbito socioeconómico. El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) de Ecuador considera que las carreteras del país son sostenibles, seguras y eficientes. No obstante, la evidencia indica que requieren mejoras mediante la implementación de un plan de ordenamiento vial, especialmente en aquellas ciudades donde la situación es más desafiante [1].

Una red vial adecuada es clave para el desarrollo territorial. Sin embargo, tanto en investigaciones urbanas como regionales, se ha pasado por alto el estudio y el mantenimiento planificado de los sistemas viales. Este problema es evidente a lo largo de todo Ecuador y haciendo una estimación aproximada, se puede afirmar que alrededor del 70% de la red vial terciaria y el 75% de la red vial vecinal provincial se encuentran en mal estado [1].

En consecuencia, cuando se habla de la gestión en el ámbito de mantenimiento vial, se trata de una serie de acciones preventivas, correctivas y que ayudan a remediar problemas en una red vial, para así permitir que se encuentre en óptimas condiciones operativas y de seguridad. En base a diversas investigaciones se puede aseverar que cuando se realiza un mantenimiento adecuado de manera preventiva se logra satisfacer las necesidades de clientes o usuarios que utilizan carreteras o vías de acceso, por ende, la ejecución de un plan de mantenimiento ayuda en la comodidad, seguridad, tranquilidad debido a que elementos como señalizaciones se mantienen de forma visible y esto previene posibles accidentes de tránsito [2], [3].

Adicionalmente un esquema de mantenimiento y mejoramiento propuesto para vías terciarias en Colombia estipulan cuatro etapas que se identifican como rehabilitación, mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, y mejoramiento [4].

En 2022, Espinel y Zambrano [5] señalaron que en cualquier obra de construcción es necesario realizar un estudio de suelos para conocer el comportamiento de este ante las cargas del tráfico a futuro, esto está relacionado directamente con la capacidad portante que un suelo posee según el uso que se le vaya a dar, adicionalmente estos datos permiten que se puedan detectar posibles fallas presentes y además anticipar problemas posteriores. Por otro lado, explica que para la extracción de muestras se realizaron calicatas a cielo abierto mediante la excavación y remoción del material en la cota deseada, recalca que la cantidad del material depende de lo tipos de ensayos que se realizaran, así como de su tipo, asimismo hace hincapié en determinar previamente los tipos de muestras de suelo a extraer, en el caso de las muestras alteradas no permiten conocer cómo se encontraba el suelo en su estado natural y las muestras no alteradas deben necesariamente reflejar la condición exacta del suelo antes del muestreo.

En otro ámbito, cuando se determina la capacidad portante de un suelo conocido como CBR, es importante considerar la topografía del suelo a estudio debido a que esto influye en los resultados siendo que un suelo de las zonas más altas tiene mayor capacidad de soporte que un suelo que se encuentra en zonas más bajas [5].

En cuanto a la determinación del Tráfico Promedio Anual (TPDA) se deben considerar los costos, la seguridad y la disposición de recursos humanos y técnicos. Otra consideración importante es que, en los casos de diseño de estructuras en base al conteo vehicular, a los resultados de estudios de tráfico, muestreos, ensayos de suelos y demás cálculos se ha observado que los vehículos livianos le causan un daño mínimo al pavimento por ende no se consideran para el diagrama de cargas permisibles en el caso del país de Nicaragua [6].

Por lo siguiente, debido a que las vías permiten la circulación de varios tipos de vehículos, pesos y tamaños, desde lo más livianos hasta los más pesados el paquete estructural que incluye la carpeta asfáltica, la base y la subbase necesita ser diseñado para soportar todas las sollicitaciones durante su vida útil, misma que son generadas

por los pesos de los vehículos que por allí circulan; para ello se requieren los tipos de vehículos que circulan y los pesos que ejercen sobre la vía. El principio de las cargas por eje ayuda en el análisis de que, si el paquete estructural es o no lo suficientemente bueno para tener una reacción positiva la circulación de los pesos, o si por lo contrario conocer si el paquete estructural no está diseñado para soportar las cargas en exceso, algo que significaría la reducción de su vida útil [7].

La metodología para determinar el TPDA actual según el método de la 30va se basa en el criterio de que si se conocieran los volúmenes de tránsito horario que puede haber en un año, se podría determinar los volúmenes de la 10a, 20ava, 30ava, 50ava, 70ava o 100ava hora de máximo volumen [8].

En otro ámbito, como nombran Andrade *et al.* [9] haciendo referencia a la evaluación de pavimentos PCI, se determinó la existencia de una variación significativa de los resultados, esto debido a que la metodología que propone esta evaluación visual tiende a ser subjetiva esto por la influencia de variables como el tipo de observación que se hace en campo, la experiencia que posee la persona que toma los datos, la interpretación de resultados en la lectura de los ábacos, en resumen el resultado va a depender directamente de la persona que evalúa el pavimento y la manera de procesar a información, en cambio cuando se habla de un modelo matemático pues este tiende a no variar significativamente porque considera el volumen del tráfico, información estructural y la edad del pavimento.

En cuanto al tema de la deflexión que presenta un pavimento, esta permite ser relacionada directamente con la capacidad estructural que posee un pavimento, en el caso de que la deflexión sea muy alta se considera que la capacidad del modelo como tal es débil o incluso deficiente, en cambio si la deflexión es baja significaría una buena capacidad estructural del pavimento. Para la obtención de deflexiones, el equipo de la viga Benkelman ayuda a generar un cuenco de deflexión y cuando se caracteriza este cuenco se obtienen parámetros que se corrigen por temperatura y estacionalidad, esto ayuda a encontrar el Módulo Resiliente, en el caso de que se requiera de un método simplificado para hallar dicho valor, se puede realizarlo mediante la AASHTO [10].

Analizando la evaluación estructural de un pavimento la metodología de retro cálculo o también llamada retro análisis es la que comúnmente, mediante la cual se determinan

los módulos de las capas y la subrasante en base a los espesores existentes y módulos iniciales; a partir de conocer espesores, módulos y cargas aplicadas es posible conocer las tensiones, desplazamientos y deformaciones representados por la deflexión y por ende se puede realizar una evaluación que incluye un diseño de la estructura para una rehabilitación vial. Sin embargo, cuando se trata de la obtención de deflexiones y el equipo que se ocupa, al realizar una comparación directa entre la viga Benkelman y el Deflectómetro de Impacto se puede ver variaciones debidas a la propia estructura, las condiciones climáticas, el modo en el que se aplicó la carga, la metodología que se ocupó, la precisión del equipo y adición de todos los tipos de errores involucrados [11].

Desde otra perspectiva se considera que la gestión del mantenimiento vial puede derivarse en dos opciones, una rutinaria y la otra preventiva, en la primera se encuentran la reparación puntual de sitios con actividades como la limpieza de caminos, dar mantenimiento al drenaje en torno a alcantarillas y cunetas, reparación de irregularidades pequeñas y dar manejo a la vegetación; para la segunda se considera mantener la ejecución de un conjunto de actividades que ayuden a la conservación de las vías permitiendo así su durabilidad y evitar posibles fallas futuras [2].

Por último, garantizar un plan de mantenimiento sustentable requiere de grandes inversiones por costos de operación futuros y por la ejecución de un plan de mantenimiento, es por esta razón que la autoridad encargada de la ejecución de una labor de mantenimiento vial debe utilizar buenas estrategias, herramientas de gestión que ayuden a mantener o rehabilitar un pavimento [12].

Cabe recalcar que es imprescindible mantener una gestión del pavimento con el fin de obtener un rendimiento adecuado, a través de un correcto plan de mantenimiento preventivo que incluya la consideración del pavimento actual y la influencia climática para así lograr reducir los costos en planificaciones de mantenimiento poco efectivas o innecesarias, evitando así el efecto que causaría en el nivel de la serviciabilidad de una vía y por lo tanto perjuicios en el desarrollo de la población que dependen de dicho sistema vial [12].

Por lo que la idea de proponer un plan de mantenimiento debe ir de la mano con una evaluación de costos y un presupuesto claro que incluya todos los factores que podrían generar costos adicionales ya sean en el presente o el futuro.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Proponer un plan de conservación y mantenimiento a través de la evaluación visual y estructural del pavimento de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000, de la parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Extraer muestras para ensayos, determinar el volumen de tráfico, el índice de condición del pavimento y deflexiones de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000, de la parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.
- ✓ Procesar los datos obtenidos de campo para la determinación del TPDA, el número de ejes equivalentes y el estado de la vía mediante el cálculo del PCI y de las deflexiones.
- ✓ Proponer un plan de mantenimiento de la vía de estudio con su presupuesto.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La presente investigación se dividió en cuatro fases:

Fase preliminar, según la información proporcionada por el Plan Vial Integral de la Provincia de Chimborazo, la mayor cantidad de vías presentan una superficie de rodadura en estado regular con una extensión de 1935.69 km, sin embargo, existen 915.84 km de vías en mal estado y tan sólo 736.95 km son vías en buen estado. En el caso del cantón Guamote al que pertenece la parroquia Palmira, consta con 254.71 km de vías en mal estado, situación que afecta la serviciabilidad del sistema vial, los tiempos de traslado y seguridad del usuario [13].

Además, en base a una evaluación preliminar por medio de un recorrido en la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000, de la parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo, se observaron diferentes fallas de baja severidad, lo que podría ser el indicativo de un inicio de falla estructural en el pavimento; teniendo en cuenta que si una vía se encuentra físicamente en buen estado no significa que estructuralmente se halle en óptimas condiciones o que funcione adecuadamente durante el periodo de vida para el que fue diseñado, es por ello que existen diferentes tipos de mantenimiento vial adecuado a las condiciones en las que la vía se encuentre en el momento de su evaluación.

Por consiguiente, la razón que impulsa la realización de esta investigación es conocer el estado actual de la vía de estudio, con el fin de proponer un plan de mantenimiento apropiado y oportuno a su condición actual.

En la primera fase se extrajeron muestras para ensayos, se ensayó en sitio el CBR de campo con el equipo de DCP, se determinó el volumen de tráfico, el índice de condición del pavimento y deflexiones de la vía de estudio.

En la segunda fase se procesaron los datos obtenidos de campo para la determinación del TPDA, el número de ejes equivalentes y el estado de la vía mediante el cálculo del PCI y de las deflexiones. Además, se evaluaron los componentes físicos que se encuentran en la vía.

En la última fase se propuso un plan de mantenimiento de la vía de estudio con su presupuesto.

A continuación, se va a describir los materiales y métodos en base a estas fases.

2.1. Materiales

En la primera fase se utilizó una retroexcavadora (CAT,430E) para realizar las calicatas, para conocer el CBR de campo se utilizó el Cono de Penetración Dinámica DCP (Humboldt) y para medir las deflexiones en la vía de estudio se ocupó la viga Benkelman (Controls, 80-B0180) y una Volqueta (Hino GH, 8M3).

En la segunda fase se utilizó la herramienta Microsoft Excel (licencia estudiantil) para procesar todos los datos obtenidos en campo, para la evaluación de los componentes físicos del suelo se realizó un análisis granulométrico con el uso del juego de tamices metálicos (Humboldt, USA Standard), tamizadora eléctrica (Controls, MS5651296), balanza eléctrica (SHIMADZU, TX3202L), para el cálculo del límite líquido y límite plástico se ocupó una copa de Casa Grande (S/M), tamiz metálico N40 (Humboldt, USA Standard) y horno eléctrico (precision, E-Series Digital), para el ensayo de Proctor Modificado se ocupó el molde cilíndrico (S/M), el martillo compactador (S/M) y el Tamiz #4 (S/M), para el ensayo de CBR se ocupó el mismo equipo que en el ensayo de Proctor Modificado pero adicionalmente un disco espaciador (S/M), pesas metálicas (S/M), tanque de remojo (S/M), Máquina Multispeed (S/M, 50kN), finalmente para el ensayo de Abrasión se ocupó la Máquina Los Ángeles (S/M).

2.2. Métodos

Como se mencionó anteriormente la presente investigación se dividió en cuatro fases:

Fase Preliminar

En esta fase se ocupó una investigación de tipo bibliográfica o documental debido a que se llevó a cabo una recopilación de información a través de documentos y materiales bibliográficos como lo es el Plan Vial Integral de la Provincia de Chimborazo con el fin de encontrar datos estadísticos que ayuden a justificar la realización de esta investigación.

Primera Fase

Esta fase responde al primer objetivo que consiste en extraer muestras para ensayos, determinar el volumen de tráfico, el índice de condición del pavimento y deflexiones de la vía.

Se empleó el método de la investigación exploratoria y de campo en la selección y extracción de muestras debido a que se realizó en el mismo sitio de trabajo y a través de estudios exploratorios se conoció características de la vía por medio del ensayo de DCP, en el caso de la determinación del volumen de tráfico se ocupó una investigación de campo y cuantitativa debido a que se obtuvieron datos en el sitio a través de valores números, por otro lado, para determinar el índice de condición del pavimento se aplicó una investigación cuantitativa y cualitativa debido a que se obtuvieron valores numéricos en base a una observación y percepción visual que dependió del criterio del evaluador al identificar el tipo de falla presente en el pavimento y finalmente en la determinación de las deflexiones de la vía se ocupó una investigación de campo y cuantitativa debido a que se obtuvieron datos en el sitio a través de valores números.

Primero para la extracción de muestras se consideraron calicatas cada 1km, es decir, cuatro en total, en cada una se realizó una dimensión de 1m³ y posterior a ello se extrajo 70 kg de muestra aproximadamente, con el fin de utilizarlo para realizar un análisis granulométrico, ensayos de límite líquido, límite plástico, Proctor Modificado, CBR y porcentaje de abrasión en la máquina de los Ángeles.

Ahora bien, como en primera instancia se desconoce del tipo de mantenimiento que la vía requerirá y en el caso de que la vía necesitara de una reconstrucción se requiere conocer el CBR de campo y de laboratorio de la subrasante para ocupar como un dato en el diseño de pavimento, por ende, se propuso realizar el ensayo de DCP en la subrasante.

El ensayo de DCP considera la medición de la penetración de un suelo a través del paso de un penetrómetro de cono dinámico que posee un martillo de 8 kg, que se realiza en un suelo no perturbado, esta medición se la relaciona con el valor de resistencia de un suelo in situ; para ejecutar el ensayo primero se introduce la punta del DCP en el suelo, se levanta el martillo hasta que tope el mango y se suelta desde esa altura, se va

registrado cada golpe con su respectiva penetración, se registra en mm/golpe, con una correlación buena se estima la resistencia del suelo conocida como CBR in situ [14].

La medición del CBR de campo por medio del DCP se realizó en la capa de la subrasante, cada 1km de longitud de la vía, es decir, cuatro ensayos en total y en cada uno se tomó un área de 0.60 x 0.60 cm², en donde se realizaron tres puntos diferentes, considerando dos puntos esquineros y uno central del área cuadrada que se formó.

Por otra parte, para conocer el TPDA de una vía, se requiere contar el número de vehículos durante un tiempo determinado. Lo ideal sería realizar conteos durante una semana completa y las 24 horas, pero al considerar los costos, la disposición de recursos humanos y técnicos, así como la seguridad se pueden realizar conteos de una duración de 12 horas y por tres días en la semana [6].

El estudio del volumen de tráfico para esta investigación se realizó durante cuatro días por ocho horas seguidas considerando el día de mayor tráfico semanal, un fin de semana y con intervalos de 15 minutos, se ocupó la siguiente hoja de cálculo creada en el programa Microsoft Excel (licencia estudiantil).

Tabla 1. Formato de registro para conteo de tráfico vehicular

RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁFICO												
FECHA: _____												
VÍA: _____												
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS									TOTALES
			2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3	V2DB	V3A	
7h00-7h15												
7h15-7h30												
7h30-7h45												
7h45-8h00												
8h00-8h15												
8h15-8h30												
8h30-8h45												
8h45-9h00												
9h00-9h15												
9h15-9h30												
9h30-9h45												
9h45-10h00												
10h00-10h15												
10h15-10h30												
10h30-10h45												
10h45-11h00												
11h00-11h15												
11h15-11h30												
11h30-11h45												
11h45-12h00												
12h00-12h15												
12h15-12h30												
12h30-12h45												
12h45-13h00												
13h00-13h15												
13h15-13h30												

13h30-13h45												
13h45-14h00												
14h00-14h15												
14h15-14h30												
14h30-14h45												
14h45-15h00												

Para encontrar el índice de condición de pavimento, se inicia con la determinación de las unidades totales de muestreo, primero se procede a encontrar la longitud de cada muestra para luego dividir el largo total de la vía para esa longitud:

$$\text{Longitud de cada unidad} = \frac{\text{Área de cada unidad}}{\text{Ancho de calzada}}$$

Ecuación 1

O también se puede ocupar la siguiente tabla y evitar el cálculo anterior:

Tabla 2. Longitudes de unidad de muestreo según el ancho de calzada

ANCHO DE CALZADA	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Manual PCI [15]

Para el cálculo de unidades totales se realizó con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía}}{\text{Longitud de cada unidad}}$$

Ecuación 2

Lo ideal sería evaluar todas las unidades, pero en el caso de que no sea posible, se encuentra el número total de unidades a inspeccionar, por medio de la siguiente fórmula:

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

Ecuación 3

Donde:

n: Número de unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

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

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades (10)

El intervalo de espaciamiento debe ser igual, entonces empezando desde la primera muestra al azar, se considera que el valor debe ser igual a:

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

Ecuación 4

Para la recolección de datos de cada unidad que ayudará al cálculo del PCI se miden las fallas y se identifica el tipo de falla que no se basa en una evidencia numérica, sino que se considera según la percepción y criterio de cada persona, estos datos son colocados dentro del siguiente formato establecido:

Tabla 3. Formato de registro para datos del PCI

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
NOMBRE DE LA VÍA:		<input type="text"/>				ESQUEMA:		<input type="text"/>			
TRAMO:		<input type="text"/>									
SECCIÓN DEL TRAMO:		<input type="text"/>									
UNIDAD DE MUESTRA:		<input type="text"/>				ABSCISA INICIAL:				<input type="text"/>	
AREA DE LA MUESTRA:		<input type="text"/>				ABSCISA FINAL:				<input type="text"/>	
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS											
1. Piel de cocodrilo (m ²)		6. Depresión (m ²)			11. Parcheo (m ²)			16. Desplazamiento (m ²)			
2. Exudación (m ²)		7. Fisura de borde (m)			12. Pulimento de agregados (m ²)			17. Grieta parabólica (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)		8. Fisura de reflexión de junta (m)			13. Huecos (cantidad)			18. Hinchamiento (m ²)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)		9. Desnivel / carril / berma (m)			14. Cruce de vía férrea (m ²)			19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
5. Corrugación (m ²)		10. Fisuras longitudinales y transversal. (m)			15. Ahuellamiento (m ²)						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
							Valor total de Deducción (VDT)				

El cálculo del PCI incluye los siguientes parámetros ordenados consecutivamente:

✓ **Densidad**

Se obtiene con la siguiente fórmula:

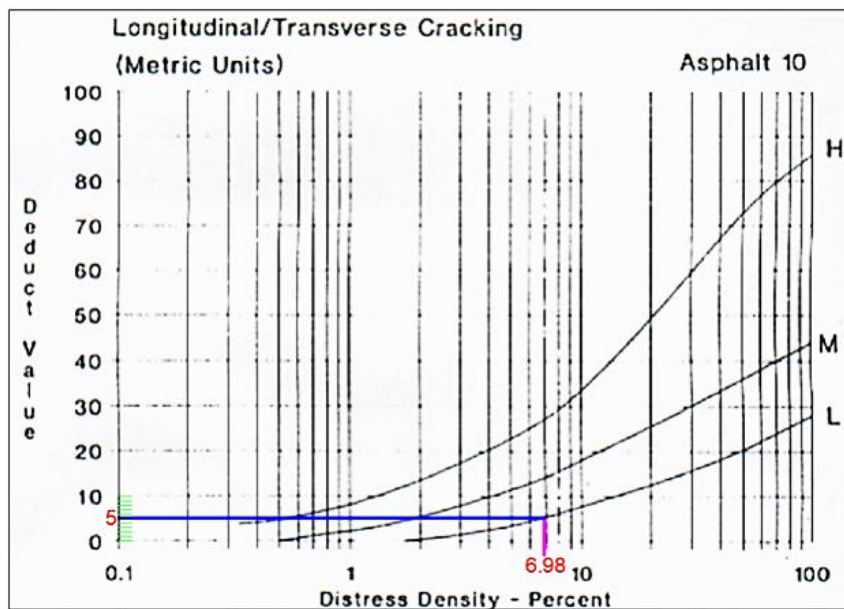
$$Densidad = \frac{\text{Área total del daño} * 100}{\text{Área de la muestra}}$$

Ecuación 5

✓ **Valor Deducido**

Se consigue con la lectura de los ábacos de los 19 tipos de daños que existe, entonces según el daño ocupa el número de ábaco que corresponda, en eje de las x se ubica una perpendicular según el valor de la densidad y se ubica el punto la gráfica según la severidad del daño, luego se traza una línea perpendicular al eje “y” y se encuentra el valor deducido, como se ilustra en la figura:

Figura 1. Ejemplo de lectura del ábaco 10



Fuente: Manual PCI [15]

✓ **Valor Total de Deducción (VDT)**

Se obtiene dependiendo de los valores deducidos, se dice que, si todos menos un valor es menor a 2, se suman todos, si todos los valores son menores a 2 se proceden a sumar todos.

✓ **Número admisible de valores deducidos**

El número de valores deducidos que se corregirán serán máximo 10, el mayor valor deducido individual es igual al mayor valor de todos los deducidos cuando el VDT no aplique y se calcula con la siguiente fórmula:

$$mi = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDVi)$$

Ecuación 6

Donde:

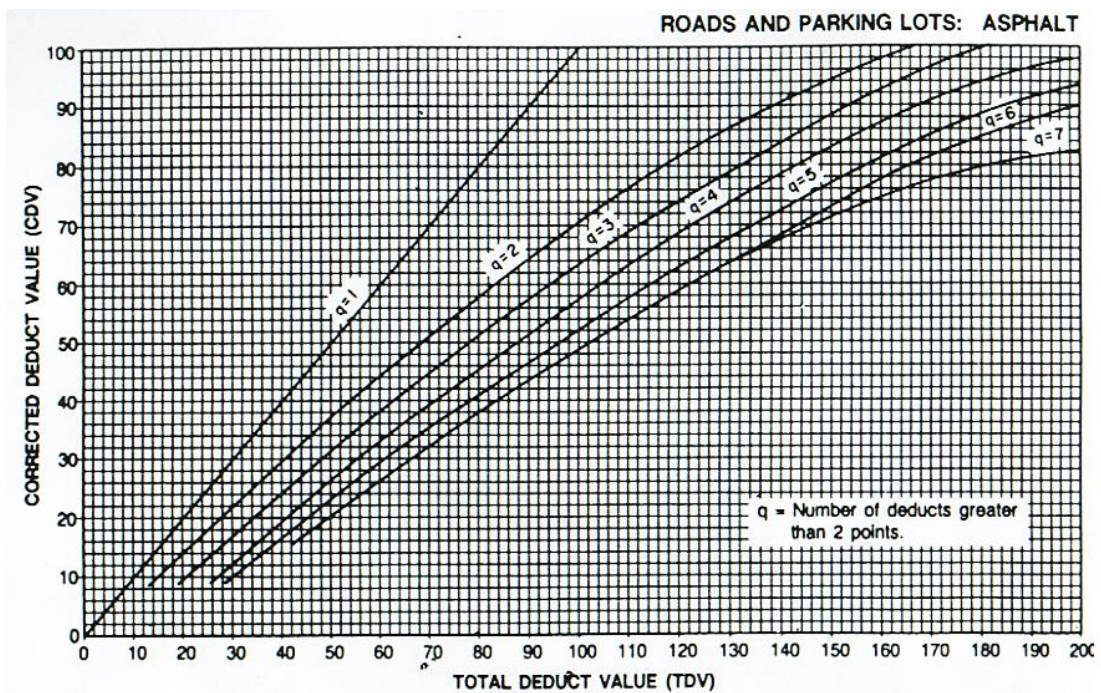
mi: Número admisible de valores deducidos a corregir

HDVi: Mayor valor deducido individual

✓ **Matriz de valores deducidos**

Se arma una matriz con los valores deducidos, en los espacios restantes se completa con el valor de 2, se suman para sacar un total y se coloca el (q)mi enumerando en orden descendente de mayor a menor, para obtener el VDC se requiere de la lectura del ábaco en donde se considera el valor total de los valores deducidos por falla y el (q) mi, como se ilustra en la figura:

Figura 2. Ejemplo de lectura del ábaco de valores deducidos finales



Fuente: Manual PCI [15]

Para la determinación de las deflexiones se ocupa el equipo conocido como Viga Benkelman y este mide la deflexión o desplazamiento vertical que puede tener un pavimento flexible como respuesta a la carga de tránsito vehicular aplicada en el paquete estructural.

La viga está formada de dos partes, una fija que se asienta sobre el pavimento y un brazo móvil que se encuentra acoplado a una articulación de giro; para lograr medir las deflexiones se requiere de la aplicación de una carga de 8.2 toneladas, misma que proviene del peso de las llantas dobles del eje trasero de un camión [16], [17].

Se comprueba la carga establecida para el camión en una báscula en donde sólo se pese la parte posterior, así también se verifica que la presión en las llantas sea de 80lb.

Se arma la viga Benkelman, esto comenzando por la unión de la parte fija y la parte móvil por medio de tornillos, luego se nivela con el nivel de burbuja y finalmente se coloca el extensómetro, verificando que la viga esté funcionando como conjunto.

Para iniciar con el método, se ubicó el camión con una carga de 8.2 toneladas y la viga Benkelman en la mitad de cada unidad, cabe recalcar que se tomaron las deflexiones de 8 unidades en total, debido a que se realizó una marca cada 500 m.

A continuación, se realizaron las respectivas divisiones en cada unidad, para ello se utiliza la tiza blanca sobre la calzada y esto empieza en la marca inicial con una línea transversal al camino, su dimensión depende de los siguientes casos:

Tabla 4. Distancia al borde según el ancho del carril

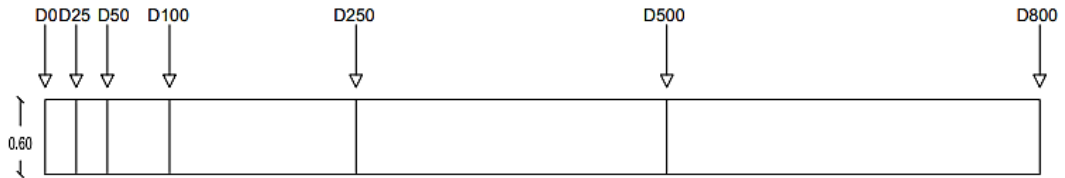
ANCHO DEL CARRIL (m)	DISTANCIA DESDE EL BORDE AL PUNTO DEL ENSAYO (m)
2.70	0.45
3.00	0.60
3.30	0.75
3.60 o más	0.90

Fuente: Manual PCI [15]

Luego se realizan líneas paralelas a la anteriormente trazada con la ayuda del flexómetro a distancias de 0.25m, 0.50m, 1m, 2.50m, 5m y a 8m, con el fin de que guíen a las llantas del vehículo para que la punta del brazo móvil se halle justo en

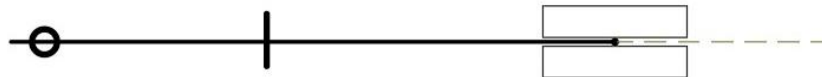
medio de las dos llantas y siga hacia delante de una manera recta y uniforme, esto se puede ilustrar de mejor manera, a continuación:

Figura 3. Trazado de cada unidad para ensayo con la Viga Benkelman



Entonces, se coloca la viga Benkelman de tal manera que la punta del palpador quede situada en el punto medio de las llantas traseras del lado derecho, además la palanca debe estar alineada con una paralela al eje de la calzada y con la dirección adecuada para el movimiento del camión de carga, es necesario considerar que esta ubicación debe ser lo más precisa posible para que las medidas que muestra el dial se tomen de manera adecuada, esto se puede ilustrar de mejor manera, a continuación:

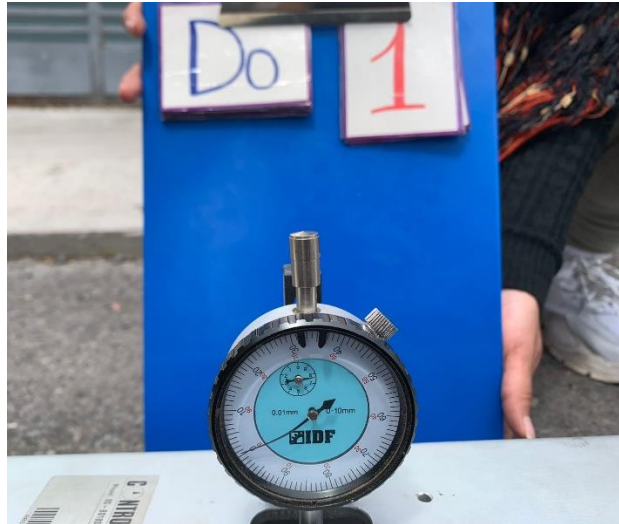
Figura 4. Ubicación del palpador en el ensayo de la Viga Benkelman



Se quita el bloqueo de la palanca y se ajusta con el extensómetro, a través del tornillo del pie del bastidor, aquí se debe asegurar que el vástago del dial comparador tenga contacto con el extremo de la palanca de medida, se vuelve a nivelar el eje de rotación de esta usando el nivel de burbuja, entonces se verifica que el dial comparador esté en cero mediante el giro de la esfera, esta verificación se realiza repetidas veces encendiendo el vibrador hasta que quede completamente en cero.

Entonces inicia la toma de medidas en cada distancia trazada a 0.25m, 0.50m, 1m, 2.50m, 5m y a 8m, para ello se colocan los rótulos indicadores y se toma la respectiva foto con la cámara., como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 5. Ejemplo de lectura del dial



El formato empleado para realizar la toma de datos en campo es el siguiente:

Tabla 5. Formato de resultados iniciales de las deflexiones

DEFLEXIONES MEDIDAS CON VIGA BENKELMAN											
Fecha:											
Nombre de la vía:											
Tramo:											
PUNTO	ABSCISA	CARRIL	TEMPERATURA °C	ESPESOR ASFALTO (cm)	LECTURAS EN EL DIAL (X10-2) mm						
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1											
2											
3											

Para transformar estos datos en las deflexiones producidas en cada punto que se encuentran en unidades de $x10^{-2}$ mm, se resta de la lectura final de 8m lo que le corresponda a cada punto, las fórmulas empleadas son las siguientes:

✓ **Cálculo de las deflexiones**

$$Deflexión Dn = (D800 - Dn) * 2$$

Ecuación 7

Donde:

n: Número de deflexión dependiendo del punto(0, 25, 50, 100, 250, 500, 800)

D800: Deflexión final encontrada en los 8m

Posteriormente, se procede a realizar las correcciones de las deflexiones producidas en cada punto con unidades de $\times 10^{-2}$ mm, estas serán de dos tipos, una por temperatura y otra por estacionalidad.

La corrección por temperatura se realiza haciendo una comparación entre 20°C y la temperatura medida en sitio en grados centígrados.

✓ **Corrección de las deflexiones por temperatura**

$$\text{Deflexión } Dn = \frac{Dn}{0.001 * (T^\circ - 20^\circ) * e + 1}$$

Ecuación 8

Donde:

n: Número de deflexión dependiendo el punto de análisis (0, 25, 50, 100, 250, 500, 800)

T°: Temperatura del pavimento en el momento de la toma de la deflexión

e: Espesor de la carpeta asfáltica

✓ **Corrección de las deflexiones por estacionalidad**

Según la tabla la siguiente tabla, se elige el factor de corrección basándose en el tipo:

Tabla 6. Factor de corrección por estacionalidad

TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE	ESTACIÓN LLUVIOSA	ESTACIÓN SECA
Arenoso – permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcilloso – sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Manual PCI [15]

Elegido el factor de corrección, se calcula la nueva deflexión con la siguiente fórmula:

$$\text{Deflexión } Dn = Dn * f$$

Ecuación 9

Donde:

n: Número de deflexión dependiendo el punto de análisis (0, 25, 50, 100, 250, 500, 800)

f: Factor de corrección por estacionalidad

✓ **Radio de curvatura**

El radio de curvatura muestra un valor de deflexión existente entre la lectura inicial D0 y D25 de cada punto que se ha medido, para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$Rc \text{ Punto } n = \frac{3125}{D0 - D25}$$

Ecuación 10

Donde:

n: Número de punto de deflexión (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)

✓ **Deflexión Promedio**

La deflexión promedio se encuentra sumando las deflexiones iniciales de todos puntos tomados y se divide para el número de puntos tomados.

$$Dp = \frac{D1 + D2 + Dn \dots}{nD}$$

Ecuación 11

Donde:

Dp: Deflexión promedio

Dn: Número de punto de deflexión (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)

nD: Número de puntos tomados

✓ **Desviación Estándar**

La desviación estándar se encuentra sacando la raíz de la sumatoria cuadrada de la deflexión inicial menos el número de puntos por el cuadrado del promedio de las deflexiones dividido para el número de puntos menos 1.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Do^2) - n * (\bar{x}^2)}{n - 1}}$$

Ecuación 12

Donde:

σ : desviación estándar

$\sum(Do^2)$: Sumatoria de la deflexión de cada unidad

\bar{x}^2 : Promedio de todas las deflexiones

n : Número de puntos tomados

✓ **Deflexión Característica**

La deflexión característica se encuentra sumando la deflexión promedio más el 1.645 veces de la desviación estándar.

$$D_c = D_p + 1.645 * \sigma$$

Ecuación 13

Donde:

D_c : Deflexión característica

D_p : Deflexión promedio

σ : Desviación estándar

✓ **Deflexión Admisible**

La deflexión admisible se encuentra sacando la raíz cuarta de 1.15 dividido para el número de ejes equivalentes de la vía, multiplicado por 100.

$$D_a = \left(\frac{1.15}{N(8.2T)} \right)^{1/4} * 100$$

Ecuación 14

Donde:

D_c : Deflexión característica

$N(8.2T)$: Número de ejes equivalentes

✓ **Deflexión Crítica**

La deflexión crítica se encuentra dividiendo 1.9 para el número de ejes equivalentes de la vía, elevado a la 1/5.3 y multiplicado por 100.

$$D_{cr} = \left(\frac{1.9}{N(8.2T)} \right)^{1/5.3} * 100$$

Ecuación 15

Donde:

Dcr: Deflexión crítica

N(8.2T): Número de ejes equivalentes

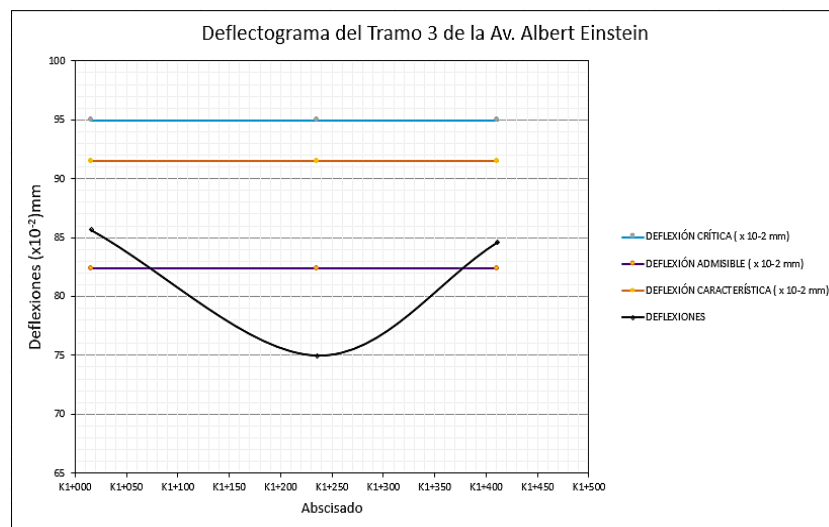
A continuación, se presenta la tabla en donde se ubican los resultados finales para realizar las respectivas graficas:

Tabla 7. Formato de resultados totales de las deflexiones corregidas

Punto	Abscisa	Carril	T (°C)	Espesor Asfalto (cm)	Deflexiones corregidas por Estacionalidad (X10-2) mm						Radio de curvatura	
					D0	D25	D50	D100	D250	D500		D800
1												
2												
3												
	PROMEDIO (x 10-2 mm)											
	DESVIACIÓN ESTÁNDAR											
	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (x 10-2 mm)											
	DEFLEXIÓN ADMISIBLE (x 10-2 mm)											
	DEFLEXIÓN CRÍTICA (x 10-2 mm)											

Finalmente se muestra el deflectograma ejemplo que representa los resultados obtenidos del ensayo con la viga Benkelman:

Figura 6. Ejemplo de Deflectograma

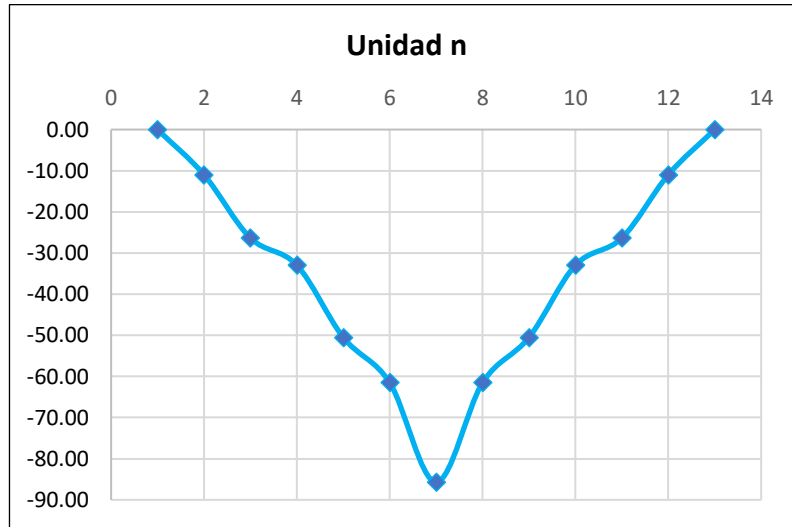


Así mismo se representa el diagrama de deflexiones de cada punto:

Tabla 8. Formato de deflexiones medidas en cada unidad

DEFLEXIONES												
-D800	-D500	-D250	-D100	-D50	-D25	D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800

Figura 7. Ejemplo de deflexiones producidas en cada unidad



Segunda Fase

Esta fase responde al segundo objetivo que consiste en procesar los datos obtenidos de campo para la determinación del TPDA, el número de ejes equivalentes y el estado de la vía mediante el cálculo del PCI y de las deflexiones.

Para comenzar, se ocupó una investigación analítica y cuantitativa en la determinación de los componentes físicos del suelo debido a que se ocupó el laboratorio de suelos de la Universidad Técnica de Ambato para seguir un procedimiento complejo que ayude a comparar resultados con variables de control, en la determinación del TPDA y el número de ejes equivalentes se aplicó una investigación cuantitativa debido a que se aplicó un método numérico para calcular el valor del tráfico promedio diario anual y el número de ejes equivalentes de la vía de estudio, finalmente se aplicó una investigación descriptiva y explicativa, para determinar el estado de la vía mediante el cálculo del PCI y de las deflexiones, esto debido a que se trató de describir e interpretar los resultados que se obtuvieron en el cálculo y mediante el cual se intenta comprender las causas y consecuencias que llevaron a dichos resultados.


En la determinación de los componentes físicos se realizaron los siguientes ensayos:

Tabla 9. Ensayos para determinación de componentes físicos

ENSAYOS	NORMA
Cono Dinámico de Penetración (DCP)	ASTM D6951
Granulometría	ASTM D421-58 - NTE INEN 696
Límite Líquido	ASTM D4318 - NTE INEN 691
Límite Plástico	ASTM D4318 - NTE INEN 692
Proctor Modificado	AASHTO T180 - ASTM D1557
CBR	ASTM D1883
Abrasión	ASTM C131

En primera instancia, el procesamiento de datos del ensayo de DCP se lo realiza con el uso de la herramienta Excel (licencia estudiantil), en una hoja de cálculo se procederán a graficar en el eje de las “x” el número de golpes y en el eje de las “y” la penetración en mm, el índice de penetración total (DN) de cada unidad de muestra se encontró con las gráficas de los resultados de los tres puntos del área cuadrada que se formó, entonces una vez dibujada cada una, se procedió a utilizar la opción de tendencia lineal en cada gráfica para luego activar la opción del coeficiente del R^2 y tomar en cuenta el coeficiente de la variable cuadrática, como son tres pues se consideró el promedio de las mismas para considerar como DN total, así como se ilustra en la siguiente tabla:

Tabla 10. Formato para recolección de datos y cálculo de DCP

ENSAYO DE DCP															
ABS:				CAPA VEGETAL:	cm										
NORMA:				PROFUNDIDAD:	cm										
REALIZADO POR:		No. CALICATA:													
Golpes			Penetración (mm)		Gráfico:										
			1	2		3									
					 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DN (mm/golpe)</th> <th>DN (prom)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	DN (mm/golpe)		DN (prom)	1			2		3	
DN (mm/golpe)		DN (prom)													
1															
2															
3															

En otro ámbito, para clasificar el suelo como una Subbase se ocupó la siguiente tabla:

Tabla 11. Límites para clasificar una Subbase

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA					
	CLASE 1		CLASE 2		CLASE 3	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
3" (76.2 mm)						100
2" (50.4 mm)				100		
1 1/2" (38.1 mm)		100	70	100		
N° 4 (4.75 mm)	30	70	30	70	30	70
N°40 (0.425 mm)	10	35	25	40		
N°200 (0.075 mm)	0	15	0	20	0	20

Fuente: MTOP - 2002 [18]

Por otra parte, para el análisis granulométrico de la Subbase se ocupó una muestra seca de suelo de 10000 gr, esto porque la muestra contenía agregados gruesos y finos, se prepararon los tamices grandes de 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4 de forma ascendente empezando con la colocación de la fuente en la base para recoger la muestra que pase todos los tamices después del N°4.

Seguido a ello, se vertieron los 10000 gr desde la parte superior, con ayuda de golpes y movimientos del juego de tamices, se logra que la muestra pase por todos los tamices y que exista muestra que pase o se retenga dependiendo del tamaño de partículas que posea, posterior a ello se toma apunte de los pesos que se retuvo en cada tamiz, de igual manera el suelo que se quedó en la fuente.

Tomada el peso de la muestra en la fuente se procede a volver a pesar 1000 gr para ser llevada al juego de tamices pequeños, se ocuparon el juego de tamices 8, 10, 16, 30, 40, 50, 60, 100 y 200, entonces se coloca el juego de tamices en la máquina tamizadora por un tiempo estimado de 10 minutos para una vez más determinar los pesos que se retuvieron en cada tamiz y en la fuente.

La distribución de los agregados que represente el suelo ensayado podrá ser comparado con los valores establecidos en la Norma Ecuatoriana con el fin de clasificar el tipo de suelo al que pertenece.

En el análisis granulométrico para la Subrasante de igual manera se ocupó muestra seca de suelo, pero en este caso no se realizó el paso por tamices grandes debido a que se trata de suelo natural y fino, por ende, solo se pesó 1000 gr para ser llevada al juego de tamices pequeños 8, 10, 16, 30, 40, 50, 60, 100 y 200, tamizada en la máquina y posterior a eso la toma de los pesos retenidos en cada tamiz.

El límite líquido se ensaya con una muestra de 300 gr aproximadamente extraída del suelo que antes pasó por el tamiz #40 esto tanto para la Subbase y Subrasante, con la ayuda de un pistilo y una espátula se coloca la muestra en un mortero con agua, se mezcla homogéneamente, se coloca un poco de muestra en la copa de Casagrande se enrasa al nivel adecuado y con la ayuda del acanalador curvo se divide la muestra en dos partes, en el caso de que alguna parte se partiera se desecha, se vuelve a colocar la muestra, entonces se dan los golpes en la copa dependiendo de los rangos de golpes establecidos, estos fueron cuatro de 0-15, 15-30, 30-45 y 45-60 cuando la muestra entre dentro del rango de golpes establecidos y se haya unido en la parte de la base se realizan dos divisiones paralelas horizontales con el acanalador plano y un espaciado que se mide con la cabecilla del acanalador curvo, por ende, se forman 6 partes de las cuales se desechan las dos superiores e inferiores y se toman las dos muestras del centro en recipientes para ser etiquetadas y pesadas, se vuelven a tomar los pesos pero ahora incluyendo las muestras y finalmente se dejan en el horno por un tiempo aproximado de 24h para luego ser pesadas en seco junto con el recipiente para determinar el contenido de humedad de la muestra de suelo después del ensayo. Para el análisis de la curva de distribución de la granulometría se encuentran los siguientes parámetros:

✓ **Tamaño nominal máximo**

Se trata de aproximadamente del 5% de la muestra, el cual representa el tamaño de las partículas más grandes encontradas [19].

✓ **Diámetro efectivo (D10)**

Conocido también como diámetro efectivo por Hazen, se trata del tamaño igual o mayor que el 10% del peso del suelo [19].

✓ **Diámetro equiparable (D30)**

Se trata del tamaño de partículas que representan el 30% del peso del suelo que pasa, se expresa en milímetros [19].

✓ **Diámetro dimensional (D60)**

Se trata del tamaño de partículas que representan el 60% del peso del suelo que pasa, se expresa en milímetros [19].

✓ **Coefficiente de uniformidad (Cu)**

Medida de uniformidad, que representa mejor un coeficiente de no uniformidad debido a que su valor disminuye cuando la uniformidad aumenta, cuando de $Cu < 3$ se considera que se trata de un suelo muy uniforme, es decir, mal graduado, en pocos casos las arenas naturales muy uniformes presentan un coeficiente de uniformidad menor a 2 [19].

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Ecuación 16

Donde:

D_{60} : Diámetro dimensional

D_{10} : Diámetro efectivo

✓ **Coefficiente de curvatura (Cc)**

En el caso de que este parámetro se encuentre entre 1 y 3 se trata de un suelo bien graduado, es decir, tiene un buen margen de tamaños de partículas y así mismo consta de cantidades considerables en los rangos intermedios de los tamaños [19].

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Ecuación 17

Donde:

D_{10} : Diámetro efectivo

D_{30} : Diámetro equiparable

D_{60} : Diámetro dimensional

En otro ámbito, para el cálculo del límite plástico se ocupa la misma muestra que sobró de los 300 gr que pasa el tamiz N°4 entonces se realizan unos pequeños rollos de muestras moldeados en una placa de vidrio, en total se realizan 5 que tienen 5cm de largo y 3mm de diámetro, pesados y etiquetados los recipientes se colocan los rollos y

se vuelve a pesar junto con el recipiente para posteriormente dejar en el horno por 24h y obtener el peso en seco junto con el recipiente.

El índice de plasticidad se halla restando el límite plástico del límite líquido, cuando alguno de los dos límites no se puede determinar o a su vez el límite plástico es mayor o igual que el límite líquido se considera que el suelo es no plástico. La fórmula que se usa es la siguiente:

$$IP = LL - LP$$

Ecuación 18

Donde:

IP: Índice Plástico

LL: Límite Líquido

LP: Límite Plástico

Ahora bien, la clasificación granulométrica del suelo depende de los límites de Atterberg que se encontraron y del tamaño de las partículas, el sistema ocupado fue el Sistema de Unificado de Clasificación de Suelos SUCS.

Los límites de Atterberg se realizan bajo la normativa AASTHO T-89 y en ella se analizan el porcentaje de finos presente en los agregados con la finalidad de verificar si estos se encuentran dentro de los límites para ser utilizados como base y subbase; siendo para bases un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido de 25 como máximo, con un porcentaje de desgaste máximo del 40% y un CBR de 80%. Para las subbases un índice de plasticidad máximo de 25, un límite líquido menor a 6 con un porcentaje de desgaste de máximo 50% y un CBR de 30%, tanto para bases y subbase, la densidad mínima es del 100% bajo la normativa AASHTO T – 147 [18].

Por otro lado, el ensayo de Proctor Modificado se ejecuta con una muestra de 6000 gr secada en una bandeja al sol, el porcentaje de adición de agua va a depender de la muestra de suelo, entonces una vez determinado el porcentaje de intervalos iguales se procede a mezclar homogéneamente y a dividir el suelo en cinco partes iguales que serán colocados por capas en el molde que debe contener la retorta que previamente debe estar pesada con el molde sin el collarín, el diámetro y la altura del molde debidamente medidos, luego con 56 golpes del martillo se compacta cada capa hasta

llegar al ras del molde, entonces se retira el collarín y se enrasa la muestra en el molde para ser pesada en la balanza y posterior a ello se retira una muestra de la parte superior e inferior del molde, en dos recipientes debidamente pesados y etiquetados, luego se deja 24h en el horno para tomar su peso en seco junto al recipiente. Esta serie de pasos se repitieron cuatro veces consecutivamente aumentando el porcentaje de agua para luego observar el comportamiento y aumento o descenso del peso del molde y relacionarlo con el porcentaje de agua añadido. Este ensayo ayuda a determinar el contenido de humedad que se utilizará en relación con la densidad del suelo, se lo realiza en la muestra extraída de la Subrasante.

El ensayo de Proctor Modificado va de la mano con el de CBR, se utilizaron tres muestras de 5000 gr cada una y se ocupó el dato del porcentaje de agua obtenido anteriormente porque será el porcentaje que se añadirá en cada molde de CBR, una vez pesado el molde y tomadas las dimensiones se coloca un papel secante en el fondo del molde junto con la retorta pero ahora se ocupa un juego de tres moldes y cada molde recibirá una compactación distinta de 11, 27 y 56 golpes en cinco capas, en la muestra que se quedó sin el collarín y pesada previamente se colocó los anillos junto con el dial para medir deformaciones y su respectivo registro de lecturas, finalmente se llevó a sumergir la muestra durante cuatro días para que la muestra pueda compactarse y a la vez se sature, después del tiempo establecido se apunta la lectura del dial, se pesa una vez más y se ensaya en la máquina Multispeed de igual manera que en ensayo de CBR se recogen dos muestras, una de la parte superior y otra de la inferior para dejarlas en el horno 24h para luego tomar el peso seco con el recipiente, todo el procedimiento se repite por cada muestra extraída de la Subrasante

El valor del CBR se halla con la siguiente fórmula:

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

Ecuación 19

Este valor ayuda a determinar si la base, subbase o subrasante que se está ensayado es excelente, buena, regular, mala o muy mala a través de la siguiente tabla:

Tabla 12. Valores para clasificación general del CBR y sus usos

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS
2 – 5	Muy mala	Subrasante
5 – 8	Mala	Subrasante
8 – 20	Regular – Buena	Subrasante
20 – 30	Excelente	Subrasante
30 – 60	Buena	Subbase
60 – 80	Buena	Base
80 – 100	Excelente	Base

Fuente: Libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones [20]

Ahora bien, para conocer el porcentaje de abrasión de cualquier capa granular ubicada debajo del pavimento asfáltico y con el fin de poder clasificarla según las especificaciones de la MTOP, se procede a determinar la resistencia que posee el agregado grueso de un suelo con el uso de la máquina “Los Ángeles”, el resultado de este ensayo puede mostrar indicadores de la calidad de un agregado grueso para utilizarse en este caso en como capa del pavimento flexible [21].

El procedimiento consiste en elegir el método adecuado dependiendo de la mayor cantidad de partículas gruesas que retuvo un tamiz desde el de 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N°4 al N°8, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13. Métodos del ensayo de Abrasión

MÉTODO		A	B	C	D
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A EMPLEAR (GR)			
PASA EL TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ				
1 1/2"	1"	1250±25			
1"	3/4"	1250±25			
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10		
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10		
3/8"	1/4"			2500±10	
1/4"	N°4			2500±10	
N°4	N°8				5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
N° DE ESFERAS		12	11	8	8
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
TIEMPO DE ROTACIÓN (MINUTOS)		15	15	15	15

Fuente: ASTM C - 131 [21]

En este caso se ocupó el método A, para ello se eligieron las siguientes cantidades de los siguientes tamices por cada muestra de suelo:

Tabla 14. Método A del ensayo de Abrasión

TAMIZ	CANTIDAD (G)
1" (25.0 mm)	1250±25
3/4" (19.0 mm)	1250±25
1/2" (12.5 mm)	1250±10
3/8" (9.5 mm)	1250±10

Posterior a la elección de los pesos, se tamizó una porción considerable de suelo para lograr completar la cantidad retenida en cada tamiz, en el caso de que posterior al tamizado falte suelo, se tamizó nuevamente más muestra de suelo, una vez obtenidas todas las cantidades y adicional un peso estimado de pérdida en el lavado de las partículas, se procedió a lavar las partículas y colocar en el horno por al menos 24h.

Obtenidas las diferentes partículas secas se coloca dentro del tambor de acero de la Máquina Los Ángeles juntando los cuatro tipos de agregados gruesos junto con las doce esferas y se configuran 5000 revoluciones en la máquina durante 15 minutos, cuando el tambor gira, dentro hay una placa que lleva la muestra y las esferas las lleva a lados opuestos y caen las esferas, produciendo el efecto de impacto con trituración, después de que transcurrieran los 15 minutos se saca la muestra del tambor de la máquina para pasarla por el tamiz N°12 y tomar el respectivo peso retenido.

La interpretación de los datos obtenidos de este ensayo se realizó con la ayuda de la herramienta Excel (licencia estudiantil) con la que se calculó el porcentaje de desgaste a través de la siguiente hoja de cálculo:

Tabla 15. Formato para recolección de datos y cálculo de porcentaje de abrasión

ENSAYO DE ABRASIÓN MÉTODO A			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
N° de esferas		N° de revoluciones	
Tiempo de rotación (min)			
CANTIDAD DE MATERIAL			
	TAMIZ #	ABETURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)
	1"		
	3/4"		
	1/2"		
	3/8"		
	TOTAL		
RESULTADOS			
	TAMIZ #	ABETURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)
	% ABRASIÓN		

Este método es usado como un indicador de calidad relativa, pero considerando que se deben asignar valores límites para una interpretación de su uso en base a la Norma MTOP 2002, entonces con la finalidad de verificar si los resultados se encuentran dentro de los límites para ser utilizados como base y subbase siendo para bases un porcentaje de desgaste máximo del 40% y para las subbases un porcentaje de desgaste de máximo 50% [18].

Con respecto al manejo de los datos obtenidos para la determinación del TPDA y el cálculo requerido, se eligió el rango de hora con la que se trabajará y se procedió a realizar un acumulado por hora, para esto se suman todos los vehículos que pasaron en los cuatro primeros cuartos de tiempo, así mismo se siguen sumando los siguientes cuatro cuartos, pero ahora despreciando el primero y sumando el cuarto de hora siguiente, este procedimiento se realiza con todos los datos totales de conteo y de estos se conserva el rango de cuartos de hora que haya dado un mayor acumulado por hora.

En el cálculo de los parámetros se ocuparon las siguientes formulas:

✓ **Factor hora pico**

Este dato es de uso opcional y sirve para conservar o desechar el rango de cuatro cuartos de hora elegido, se aplica la siguiente fórmula:

$$Factor\ hora\ pico = \frac{promedio\ cuatro\ cuartos\ de\ hora}{máximo\ valor\ total\ de\ los\ cuatro\ cuartos\ de\ hora}$$

Ecuación 20

Si el resultado es menor a 0.85 se considera que se tratan de valores dispersos, por ende, se elige el siguiente acumulado por hora.

✓ **Tráfico actual**

Una vez elegidos los cuatro cuartos de hora con el que se trabajará, se calcula el tránsito actual, para ello se considera que la variable “k” o valor esperado de la relación entre el volumen de la 30ava hora máxima elegida con el TPDA actual.

$$TPDA_a = \frac{VHP}{k}$$

Ecuación 21

Donde:

TPDA_a: Tráfico actual

VHP: Volumen horario de proyecto

k: Factor mayoración TPDA

✓ **Tráfico futuro**

Con el valor del TPDA obtenido se puede conocer el tráfico futuro, considerando el periodo de diseño.

$$TF = TPDA_a * (1 + i)^n$$

Ecuación 22

Donde:

TF: Tráfico futuro

TPDA_a: Tráfico actual

i: Tasa de crecimiento del tráfico

n: Años proyectados

Una vez obtenido el tráfico a futuro de cada tipo de vehículo, se realizó una suma total y se obtuvo el TPDA total.

El dato del TPDA futuro total para el año 2043 que es el periodo de diseño sirve para clasificar la vía en base a las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003 según la siguiente tabla:

Tabla 16. Valores para clasificación de una vía en base al TPDA futuro

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase Carretera	Tráfico proyectado TPDA
R – I o 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

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003 [22]

✓ **Factores de daño**

La determinación del número de ejes equivalentes se inicia con hallar los factores de daño, esto depende del tipo de vehículo, para ello se consideraron las siguientes fórmulas:

$$\text{Eje simple: } \left(\frac{P}{6,6}\right)^4$$

Ecuación 23

$$\text{Eje sencillo doble: } \left(\frac{P}{8,2}\right)^4$$

Ecuación 24

$$\text{Eje tandem: } \left(\frac{P}{15}\right)^4$$

Ecuación 25

$$\text{Eje tridem: } \left(\frac{P}{23}\right)^4$$

Ecuación 26

Donde:

P: Carga que depende del tipo de eje que posea cada vehículo

Luego se suman los factores de daño que se hallaron en cada tipo de vehículo y así se obtiene un factor general representativo por tipo de vehículo, que se coloca en una tabla representativa como la que se muestra a continuación:

Tabla 17. Formato para cálculo de factores de daño

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									
2D									
2DA									
2DB									
3A									
4C									
3S2									
3S3									

✓ **Número de ejes equivalentes parcial**

El cálculo de ejes equivalentes es igual a la sumatoria del TPDA de cada vehículo multiplicado por cada factor de eje correspondiente, pero sin considerar los vehículos livianos, mediante la siguiente fórmula:

$$W_{18} = \sum TPDA_n * FD_n * 365$$

Ecuación 27

Donde:

TPDA_n: TPDA de cada tipo de vehículo

FD_n: Factor de daño de cada tipo de vehículo

✓ **Número de ejes equivalentes acumulado**

Se calcula el número de ejes equivalente acumulado sumando el eje equivalente acumulado anterior, así sucesivamente hasta encontrar el número de ejes equivalentes del año para el que fue diseñada la vía, esto se representaría mediante la siguiente fórmula:

$$W_{18 \text{ acumulado}} - \text{año anterior} = \Sigma (TPDAf_n \cdot Fd_n) \cdot 365 + W_{18 \text{ ac. anterior}}$$

Ecuación 28

Donde:

TPDAf_n: TPDA de cada tipo de vehículo

FD_n: Factor de daño de cada tipo de vehículo

W_{18 ac. anterior}: Factor de eje equivalente del año anterior

✓ **Número de ejes equivalentes por sentido**

Se calcula el número de ejes equivalentes por sentido dividiendo para dos el número de ejes equivalentes acumulado, mediante la siguiente fórmula:

$$W_{18 \text{ por sentido}} = \frac{W_{18 \text{ acumulado}}}{2}$$

Ecuación 29

Donde:

W_{18} *acumulado*: Número de ejes equivalentes acumulado

W_{18} *por sentido*: Número de ejes equivalentes por sentido

✓ **Número de ejes equivalentes por carril**

Se calcula el número de ejes equivalentes por carril multiplicando el número de ejes equivalentes por sentido por el factor de distribución de carril, eso depende del número de carriles y se elige según la siguiente tabla:

Tabla 18. Factores de distribución por carril

Nº CARRILES EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W_{18} EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o más	50 – 75

Fuente: AASHTO T – 93 [23]

Finalmente, con el factor de distribución de carril elegido se procedió a multiplicar por el número de ejes equivalentes por sentido, con la siguiente fórmula:

$$\text{Carril de diseño} = W_{18} \text{ por sentido } (\%W_{18} \text{ en el carril de diseño})$$

Ecuación 30

Se debe considerar que el dato requerido en el diseño de pavimento será el número de ejes equivalentes hallado para el periodo de diseño establecido previamente.

El estado de la vía mediante el cálculo del PCI se puede estimar en base a los resultados totales obtenidos del PCI, valor que se encontró sumando los valores de cada muestra, se puede estimar la siguiente clasificación:

Tabla 19. Valores para clasificación de los tipos de Mantenimiento

RANGO	CLASIFICACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO
100 – 85	Excelente	Mantenimiento Rutinario
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	Mantenimiento Periódico
55 – 40	Regular	
40 – 25	Malo	Rehabilitación
25 – 10	Muy Malo	Reconstrucción
10 – 0	Fallado	

Fuente: Manual PCI [15]

La formulación de la propuesta de mantenimiento va a depender de este indicador y se complementaría con la interpretación del resultado de la medida de las deflexiones.

Finalmente, la determinación del estado de la vía mediante el cálculo de deflexiones se realiza interpretando los resultados dependiendo de las deflexiones obtenidas, en este caso la característica, admisible y crítica.

La siguiente tabla puede ayudar a comprender los resultados obtenidos:

Tabla 20. Valores para clasificación del comportamiento de la subrasante y del pavimento

TIPO DE DEFLEXIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO
Tipo I	Bueno $D_c < D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo II	Malo $D_c > D_a$	Bueno $R_c > 100$
Tipo III	Bueno $D_c < D_a$	Malo $R_c < 100$
Tipo IV	Malo $D_c > D_a$	Malo $R_c < 100$

Fuente: CONREVIAl [24]

Cuando el radio de curvatura es mayor a 100 se puede interpretar como una vía en buen estado y la deformación se ha producido probablemente en la subrasante.

Cuando el radio de curvatura es menor a 100 se puede interpretar como una vía que tiene un problema en la estructura del pavimento porque ya existe deformaciones presentes y posiblemente requiera de un plan de rehabilitación o reconstrucción.

Cabe considerar que una buena distribución de las deflexiones finales en el deflectograma significa un buen estado de la carpeta estructural de la vía, para ello

debería ser menor la deflexión crítica que la deflexión admisible, pero en el caso de que la deformación admisible esté encima de la crítica se podría remover y cambiar el material hasta la capa de la base, en caso de existir.

Tercera Fase

Esta fase responde al tercer objetivo que consiste en proponer un plan de mantenimiento de la vía de estudio con su presupuesto.

Finalmente, para idear el plan de mantenimiento se utilizó una investigación bibliográfica, descriptiva y explicativa en base a los resultados obtenidos sobre la condición del pavimento mediante las deflexiones y la inspección visual del PCI, plan que se detalló de manera adecuada conforme a las actividades que se ejecutaron, en donde se especificó el procedimiento, los materiales necesarios y además un detalle del presupuesto que esto generó, para ello se necesitó de un cálculo de cantidades necesarias, especificaciones técnicas extraído de las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes MTOP y una base de datos del Análisis de Precios Unitarios (APUS) de una obra que se encuentra en la plataforma del Servicio Nacional de Contratación Pública SERCOP.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se va a describir en orden de las etapas los resultados obtenidos de esta investigación.

3.1. Análisis y discusión de los resultados

Primera Fase

Esta fase responde al primer objetivo que consiste en extraer muestras para ensayos, determinar el volumen de tráfico, el índice de condición del pavimento y deflexiones de la vía.

Para empezar se estableció una estación de conteo con las siguientes coordenadas:

Tabla 21. Coordenadas UTM WGS84 – 17 SUR de la estación de conteo

ABSCISA	NORTE	ESTE
6+000	9775904.269	748268.549

En la **Tabla 21** se puede identificar las coordenadas de la estación de conteo para la determinación del volumen de tráfico, se ubicó la estación de conteo en la mitad del tramo de la vía entre los 4km a 8km.

Se realizó el conteo vehicular del lunes, miércoles, jueves y sábado con ocho horas diarias de donde se logró observar que el jueves es el que presenta un mayor flujo vehicular en el horario de 7h00 a 8h00 de todos los días analizados y por ende, es el representativo semanal, con un total de 418 vehículos según el **Anexo A-3**.

Por otro lado, el índice de condición de pavimento PCI se realizó a lo largo de la abscisa de 4km a 8km, siguiendo los lineamientos del Manual de PCI, entonces para el inicio del procedimiento se consideraron los siguientes datos:

Tabla 22. Datos iniciales para el cálculo de unidades mínimas de muestreo

DATOS	VALORES
Ancho de Calzada	5.80 m
Longitud total de la vía	4000 m
Área admitida	230 ± 93 m ²
Desviación estándar	10
Error admisible estimado	5 %

Para el cálculo de la longitud de cada unidad se utilizó la Ecuación 1.

$$L = \frac{230 \text{ m}^2}{5.80 \text{ m}}$$
$$L = 39.66 \text{ m} \approx 39.50 \text{ m}$$

Después de la longitud de cada unidad se calculan las unidades totales y se ocupó la Ecuación 2.

$$N = \frac{4000 \text{ m}}{39.50 \text{ m}}$$
$$N = 100.86 \text{ unidades} \approx 101 \text{ unidades}$$

Posterior a ello y para el cálculo de las unidades mínimas de muestreo se ocupó la Ecuación 3.

$$n = \frac{101 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (101 - 1) + 10^2}$$
$$n = 14 \text{ unidades mínimas de muestreo}$$

Por último, una vez elegidas las unidades mínimas se determinó el intervalo con el que se tomará cada muestra mediante la Ecuación 4.

$$i = \frac{101}{14}$$
$$i = 7.21 \approx 7$$

Esto significa que se eligieron 14 unidades de muestreo en total, empezando por la unidad que se desee y saltando 7 unidades hasta completar las mínimas requeridas.

Una vez registrados los datos en el formato establecido en la Tabla 3 se calculó la densidad, el valor deducido con la lectura de los ábacos en base al manual de mantenimiento, el valor total deducido dependiendo de los casos, el número admisible de valores deducidos y finalmente con la implementación de la matriz de valores deducidos y su lectura de valores en el ábaco de los valores deducidos finales que se ilustra en la Figura 2.

Tabla 23. Resultados totales del PCI de cada unidad de muestreo

ÁREA	229		
UNIDAD	ABSCISADO INICIAL	ABSCISADO FINAL	PCI
U2	4+039.50	4+079.00	74.90
U9	4+316.00	4+355.50	77.80
U16	4+592.50	4+632.00	62.00
U23	4+869.00	4+908.50	91.00
U30	5+145.50	5+185.00	92.00
U37	5+422.00	5+461.50	86.90
U44	5+698.50	5+738.00	87.30
U51	5+975.00	6+014.50	65.00
U58	6+251.50	6+291.00	86.00
U65	6+528.00	6+567.50	59.50
U72	6+804.50	6+844.00	84.00
U79	7+081.00	7+120.50	72.00
U86	7+357.50	7+397.00	88.50
U93	7+634.00	7+673.50	69.00

En la **Tabla 23** se observan los resultados finales de la calidad del pavimento de las unidades de muestreo que se realizaron, promediando un PCI de 78.29, el detalle completo de cada unidad de muestreo se puede observar en el **Anexo C**.

En otro ámbito, para determinar las deflexiones de la vía primero se realiza un previo trazado por el que recorrerá la volqueta cargada cada 500m a lo largo de toda la vía, para conocer la distancia desde el borde al punto del ensayo se ocupó la Tabla 4 en donde con un ancho de carril de 2.90m dio un valor de 0.60m, entonces realizado el trazado en cada punto de muestreo como se ilustra en la Figura 3 y con el recorrido de la volqueta se anotaron las lecturas de deflexiones iniciales en 0, 0.25, 0.50, 1.00, 5.00 y 8.00m.

Tabla 24. Resultados de las deflexiones del primer punto

DEFLEXIONES MEDIDAS CON VIGA BENKELMAN												
PUNTO	ABSCISA	CARRIL	T °C	ESPESOR (cm)	LECTURAS EN EL DIAL (X10-2) mm							
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D_800	
1	K4+500	Derecho	16	6	0	5	15	21	23	24	30	
PUNTO	ABSCISA	CARRIL	T °C	ESPESOR (cm)	DEFLEXIONES (X10-2) mm							
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D_800	
1	K4+500	Derecho	16	6	60	50	30	18	14	12	0	
CORRECCIÓN DE LAS DEFLEXIONES												
PUNTO	ABSCISA	CARRIL	T °C	ESPESOR (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA (X10-2) mm							
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D_800	
1	K4+500	Derecho	16	6	61.48	51.23	30.74	18.44	14.34	12.30	0.00	
PUNTO	ABSCISA	CARRIL	T °C	ESPESOR (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (X10-2) mm							
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800	Radio de curvatura
1	K4+500	Derecho	16	6	73.77	61.48	36.89	22.13	17.21	14.75	0.00	254.17

En la **Tabla 24** se encuentran los resultados finales de las deflexiones transformadas, corregidas por temperatura y estacionalidad de la primera unidad, en el **Anexo D-1** se presenta la tabla completa de los ocho puntos analizados en total.

A continuación se mostrará el cálculo para el primer punto y de la misma manera se realizaron en los demás puntos.

En primera instancia para conocer el valor real de deflexión en cada punto se utiliza la Ecuación 7:

Tabla 25. Cálculo de las deflexiones reales del primer punto

DEFLEXIONES REALES POR LECTURA	
$Deflexión D0 = (30 - 0) * 2$ $Deflexión D0 = 60$	$Deflexión D250 = (30 - 23) * 2$ $Deflexión D250 = 14$
$Deflexión D25 = (30 - 5) * 2$ $Deflexión D25 = 50$	$Deflexión D500 = (30 - 24) * 2$ $Deflexión D500 = 12$
$Deflexión D50 = (30 - 15) * 2$ $Deflexión D50 = 30$	$Deflexión D800 = (30 - 30) * 2$ $Deflexión D500 = 0$
$Deflexión D100 = (30 - 21) * 2$ $Deflexión D100 = 18$	

Para el cálculo de las deflexiones corregidas por temperatura se utilizó la Ecuación 8 pero previo a ello se tomó la temperatura del punto justo en el momento de la toma de lecturas con la Viga Benkelman.

Tabla 26. Cálculo de las deflexiones corregidas por temperatura del primer punto

DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA	
$Deflexión D0 = \frac{60}{0.001*(16^{\circ}-20^{\circ})*6+1}$ $Deflexión D0 = 61.48$	$Deflexión D0 = \frac{14}{0.001*(16^{\circ}-20^{\circ})*6+1}$ $Deflexión D0 = 14.34$
$Deflexión D0 = \frac{50}{0.001*(16^{\circ}-20^{\circ})*6+1}$ $Deflexión D0 = 51.23$	$Deflexión D0 = \frac{12}{0.001*(16^{\circ}-20^{\circ})*6+1}$ $Deflexión D0 = 12.30$
$Deflexión D0 = \frac{30}{0.001*(16^{\circ}-20^{\circ})*6+1}$ $Deflexión D0 = 30.74$	$Deflexión D0 = \frac{0}{0.001*(16^{\circ}-20^{\circ})*6+1}$ $Deflexión D0 = 0$
$Deflexión D0 = \frac{18}{0.001*(16^{\circ}-20^{\circ})*6+1}$ $Deflexión D0 = 18.44$	

En el cálculo de las deflexiones corregidas por estacionalidad se utilizó la Tabla 6 para elegir el factor de corrección considerando que la estación en Palmira es de tipo seca con un tipo de suelo arenoso para la subrasante, después con la Ecuación 9 se corrigen las lecturas.

Tabla 27. Cálculo de las deflexiones corregidas por estacionalidad del primer punto

DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD	
<i>Deflexión D0 = 61.48 * 2</i>	<i>Deflexión D250 = 14.34 * 2</i>
<i>Deflexión D0 = 73.77</i>	<i>Deflexión D20 = 17.21</i>
<i>Deflexión D25 = 51.23 * 2</i>	<i>Deflexión D500 = 12.30 * 2</i>
<i>Deflexión D25 = 61.48</i>	<i>Deflexión D500 = 14.75</i>
<i>Deflexión D50 = 30.74 * 2</i>	<i>Deflexión D800 = 0 * 2</i>
<i>Deflexión D50 = 36.89</i>	<i>Deflexión D800 = 0</i>
<i>Deflexión D100 = 18.44 * 2</i>	
<i>Deflexión D100 = 22.13</i>	

Ahora bien, para dibujar el deflectograma de la vía, se necesitaron ciertos parámetros empezando por la deflexión promedio que pertenece a todas las deflexiones corregidas por estacionalidad del punto 0, la desviación estándar fue calculada con la Ecuación 12:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(94.094^2 - 8(73.77^2 + 94.02^2 + 102.65^2 + 99.60^2 + 89.34^2 + 109.31^2 + 94.74^2 + 89.34^2))}{8 - 1}}$$

$$\sigma = 10.65$$

Otro parámetro del deflectograma es la deflexión característica y se calcula con la Ecuación 13:

$$Dc = 94.094 + 1.645 * 10.65$$

$$Dc = 111.61 \times 10^{-2} mm$$

El siguiente parámetro del deflectograma es la deflexión admisible y se calculó con la Ecuación 14:

$$Da = \left(\frac{1.15}{0.0053}\right)^{1/4} * 100$$

$$Da = 383.80 \times 10^{-2} mm$$

Finalmente, para calcular la deflexión crítica se ocupó Ecuación 15:

$$Dcr = \left(\frac{1.9}{0.0053}\right)^{1/5.3} * 100$$

$$Dcr = 303.37 \times 10^{-2} mm$$

Figura 8. Resultado final del Deflectograma

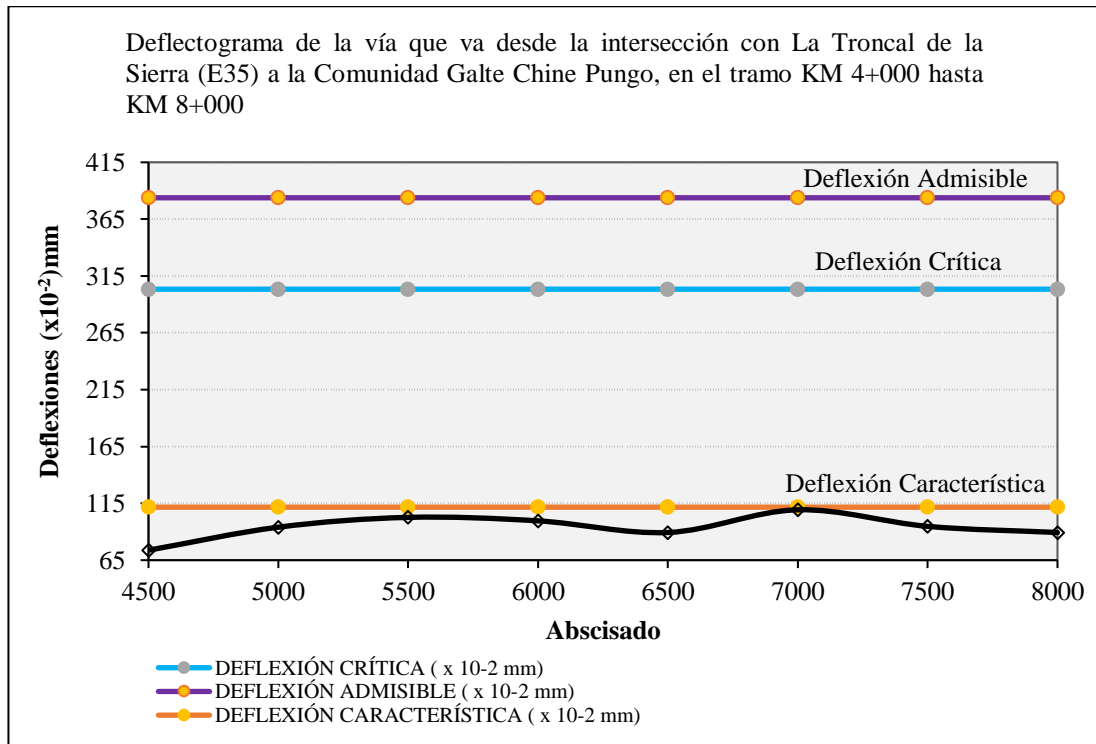


Tabla 28. Resultados totales de la deflexión admisible, característica y crítica

DEFLEXIONES		
1	Deflexión Admisible (x 10 ⁻² mm)	383.80
2	Deflexión Crítica (x 10 ⁻² mm)	303.37
3	Deflexión Característica (x 10 ⁻² mm)	111.61

En la **Tabla 28** se presentan las deflexiones característica, admisible y crítica ordenadas de manera descendente.

El radio de curvatura de cada punto se calcula mediante la Ecuación 10:

$$Rc \text{ Punto } 1 = \frac{3125}{73.77 - 61.48}$$

$$Rc \text{ Punto } 1 = 254.17$$

Tabla 29. Resultados totales de todos los radios de curvatura

N°	RADIO DE CURVATURA
1	254.17
2	210.50
3	213.11
4	183.78
5	258.85
6	183.78
7	257.29
8	215.71

En la **Tabla 29** se presentan los radios de curvatura de cada punto en donde se midieron las deflexiones con la Viga Benkelman.

Finalmente, en el **Anexo D-2** se encuentran las deflexiones de cada punto con sus respectivos diagramas

Segunda Fase

Esta fase responde al segundo objetivo que consiste en procesar los datos obtenidos de campo para la determinación del TPDA, el número de ejes equivalentes y el estado de la vía mediante el cálculo del PCI y de las deflexiones.

Para procesar los datos obtenidos del ensayo de DCP se ocupó el formato de la Tabla 10 y se obtuvieron los resultados de cuatro ensayos realizados en campo, cada 1km a lo largo de toda la vía, el ensayo se realizó en la capa de la subrasante a una profundidad de 50cm para asegurar que se está realizando en la capa de la subrasante, debido a que bajo la carpeta asfáltica se encontró otra capa de 20 cm de espesor. El DCP se realizó con el fin de conocer el comportamiento de la subrasante y determinar el CBR de campo para usarlo posteriormente, en el caso de que el PCI de alguna unidad mostrase una reconstrucción.

Tabla 30. Resultados totales del ensayo de DCP en la subrasante

CALICATA	DN (PROM)
1	19.560
2	24.030
3	19.003
4	23.996

En la **Tabla 30** se puede observar el CBR de campo de la subrasante obtenido en cada punto de ensayo con el DCP, siendo el de la segunda calicata el valor más alto.

Todas las propiedades físicas que se analizaron de cada una de las muestras de suelo de la subrasante y la capa granular que se extrajeron se encuentran en el **Anexo E** con sus respectivos detalles.

En un principio se clasificó la primera capa de suelo granular que se encontró bajo la carpeta asfáltica al realizar la calicata y esta tenía un espesor de 20 cm :

Tabla 31. Límites para clasificar una Subbase

TAMIZ	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
1 1/2" (38.1 mm)	100.00	100.00	100.00	100.00
Nº 4 (4.75 mm)	51.40	54.98	53.70	53.77
Nº40 (0.425 mm)	28.53	30.65	27.20	26.90
Nº200 (0.075 mm)	5.02	4.21	3.36	4.37

Según la **Tabla 31** se llegó a la consideración de que la capa granular extraída bajo la carpeta asfáltica en todas las calicatas es una Subbase Clase 1 esto debido a que los porcentajes que pasan en cada tamiz se encuentran dentro de los rangos establecidos según la Tabla 11 de límites para clasificar una Subbase según la Norma MTOP.

En el análisis granulométrico se ensayaron dos tipos de muestras, una subrasante y una capa granular, se lograron clasificarlas de acuerdo a la Norma estipulada por la SUCS en el **Anexo E** y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 32. Resultados totales de Granulometría de la Subrasante

Nº MUESTRA	ABSCISA KM	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	SUCS
1	5+000	7.79	81.44	10.77	SP – SM Baja Plasticidad
2	6+000	6.98	74.36	18.66	SP – SM Baja Plasticidad
3	7+000	7.33	79.62	13.06	SP – SM Baja Plasticidad
4	8+000	7.40	81.15	11.45	SP – SM Baja Plasticidad

Según la **Tabla 32** se logró identificar en las cuatro calicatas, una subrasante con arenas mal graduadas con limos de baja plasticidad.

Tabla 33. Resultados totales de Granulometría de la Subbase

N° MUESTRA	ABSCISA KM	GRAVA %	ARENA %	FINOS %	SUCS
1	5+000	48.60	46.38	5.02	GP – GM Baja Plasticidad
2	6+000	45.02	50.78	4.21	SP
3	7+000	46.30	50.34	3.36	SP
4	8+000	46.23	49.40	4.37	GP

Según la **Tabla 33** se logró identificar que la capa granular en la calicata del kilómetro 5 una grava mal graduada con limos de baja plasticidad, las calicatas del kilómetro 6 y 7 son suelos de tipo arenas mal graduadas con grava y la del kilómetro 8 es una grava mal graduada con arena.

En otro ámbito, los resultados de los límites de Atterberg fueron:

Tabla 34. Resultados totales de límites de Atterberg de la Subrasante

N° MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO %	LÍMITE PLÁSTICO %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
1	23.79%	23.07%	0.72%
2	24.26%	23.05%	1.21%
3	20.79%	20.50%	0.29%
4	24.73%	23.71%	1.02%

Según la **Tabla 34** se logró identificar que en todas las muestras de la subrasante, el límite líquido es mayor que el límite plástico, por ende, se puede conocer el índice de plasticidad, sin embargo este valor es muy bajo por la poca diferencia que existe entre los límites.

Tabla 35. Resultados totales de límites de Atterberg de la Subbase

N° MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO %	LÍMITE PLÁSTICO %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
1	24.67%	24.68%	0.00%
2	22.19%	22.24%	0.00%
3	24.10%	24.19%	0.00%
4	23.38%	23.48%	0.00%

Según la **Tabla 35** se logró identificar que en todas las muestras de la capa granular el límite plástico es mayor que el límite líquido, por ende el índice de plasticidad es no plástico y se considera un valor de 0.

Ahora bien, el ensayo de Proctor Modificado se realizó tanto en la Subrasante como en la Subbase de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 36. Resultados totales del ensayo de Proctor Modificado de la Subrasante

Nº MUESTRA	DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA %
1	1.755	10.00%
2	1.800	11.00%
3	1.740	12.50%
4	1.785	13.00%

Tabla 37. Resultados totales del ensayo de Proctor Modificado de la Subbase

Nº MUESTRA	DENSIDAD SECA MÁXIMA (gr/cm ³)	HUMEDAD ÓPTIMA %
1	1.918	10.50%
2	1.880	8.80%
3	1.901	8.50%
4	1.890	7.50%

La Relación de Soporte de California CBR se obtuvo utilizando la densidad seca máxima obtenida del ensayo de Proctor Modificado tanto de la subrasante como de la subbase, con la diferencia de que para la subrasante se consideró el 95% y para la subbase el 100% de la densidad seca máxima al momento de dar la lectura en el CBR de 0.1 in y 0.2 in.

Tabla 38. Resultados totales del ensayo de CBR de la Subrasante

Nº MUESTRA	CBR %	CLASIFICACIÓN	USO
1	25	Excelente	Subrasante
2	28	Excelente	Subrasante
3	23	Excelente	Subrasante
4	27	Excelente	Subrasante

En la **Tabla 38** se describe la clasificación y uso del suelo de la subrasante en base a la Tabla 12 del Libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones, las cuatro muestras de la subrasante tuvieron una clasificación excelente debido a que su valor de CBR se encontraba dentro del rango de 20 – 30.

Tabla 39. Resultados totales del ensayo de CBR de la Subbase

N° MUESTRA	CBR %	CLASIFICACIÓN	USO
1	43	Buena	Subbase
2	40	Buena	Subbase
3	36	Buena	Subbase
4	39	Buena	Subbase

En la **Tabla 39** se describe la clasificación y uso de la capa granular en base la Tabla 12 del Libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones, las cuatro muestras de la capa granular tuvieron una clasificación buena debido a que su valor de CBR se encontraba dentro del rango de 30 – 60.

Se realizó el ensayo en la máquina de Los Ángeles que permite conocer el porcentaje de abrasión con el fin de clasificar la capa granular encontrada según las especificaciones de la MTOP y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 40. Resultados totales del porcentaje de Abrasión de la Subbase

N° MUESTRA	ABRASIÓN %	CLASIFICACIÓN
1	33.21	Subbase
2	34.34	Subbase
3	39.88	Subbase
4	37.50	Subbase

En la **Tabla 40** se describe la clasificación en base a la Norma MTOP 2002, las cuatro muestras tuvieron una clasificación de tipo subbase debido a que su porcentaje de desgaste se encontraba por debajo del 50% como requisito que estipula la Norma MTOP.

En otro ámbito, el cálculo del TPDA se encuentra completamente detallado en el **Anexo A**.

Para ello se empezó eligiendo el rango que tenga el mayor valor acumulado por hora del día con mayor cantidad de vehículos, el cual fue el jueves con 96 vehículos acumulados dentro el horario de 7h00-8h00, donde hubo 78 vehículos livianos y 18 vehículos pesados en total.

Tabla 41. Factor de hora pico de la vía

ACUMULADO POR HORA MÁS ALTO							
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				ACUMULADO POR HORA
			2D	2DA	2DB	3A	
7h00-7h15	24		4				28
7h15-7h30	15		2				17
7h30-7h45	18		4	2			24
7h45-8h00	21		5	1			27
TOTAL	78	0	15	3	0	0	96
Factor hora pico	0.86						

El rango de cuartos de hora acumulado que dio el valor más alto fue desde las 7h00 a las 8h00 con un factor de hora pico hallado a través de la Ecuación 20.

$$\text{Factor hora pico} = \frac{24}{28}$$

$$\text{Factor hora pico} = 0.86$$

Si el factor de hora pico fuese menor a 0.85 se considera el siguiente rango de cuartos de hora que dan al acumulado más alto, esto debido a que se consideran como valores dispersos, en este caso se ocupa el primer rango de cuartos de hora.

Posterior a ello, se calculó el TPDA, esto mediante un despeje de la Ecuación 21 y un factor k del 15% para carreteras rurales en este caso, como ejemplo se calcula el TPDA de los vehículos livianos.

$$TPDA_{a\text{livianos}} = \frac{78}{0.15}$$

$$TPDA_{a\text{livianos}} = 520 \text{ veh/día}$$

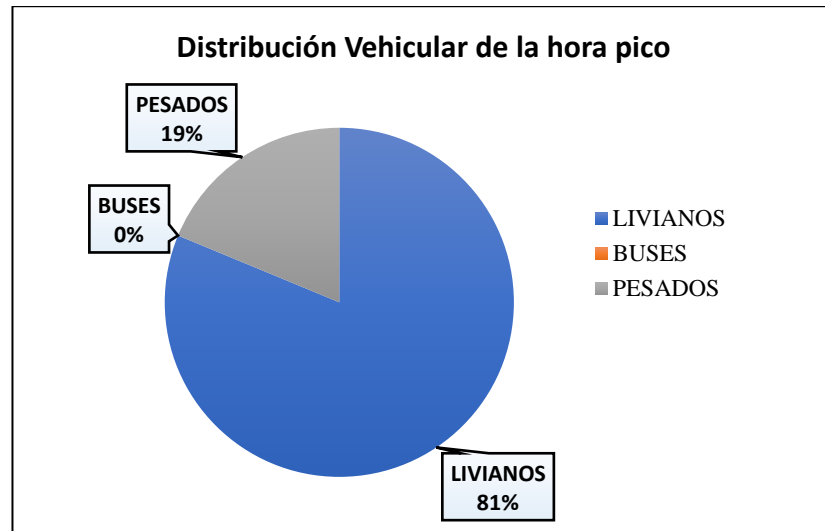
Siguiendo el mismo procedimiento se calcula el TPDA de las demás categorías de vehículos:

Tabla 42. Resultados totales del TPDA del 2023 por categoría

CATEGORÍA	VEHÍCULOS POR DÍA	%
LIVIANOS	520	81.25
BUSES	0	0.00
PESADOS	120	18.75
TOTAL	640	100.00

En base a la **Tabla 42** se puede considerar que la mayor cantidad de vehículos que circulan en la vía, tomando como base la hora pico, fué la categoría de livianos con el 81.25 %.

Figura 9. Distribución porcentual del TPDA del 2023 por categoría



Ahora para conocer el tráfico futuro de los vehículos livianos se ocupó la Ecuación 22, la tasa de crecimiento de tráfico para vehiculos livianos es de 3.57% , para vehículos pesados 1.74% y “n” para el primer año de diseño sería la diferencia entre el año actual y el proyectado, es decir, para el 2024 seria de 1, por lo tanto se calculó de la siguiente manera:

$$TF \text{ livianos } 2024 = 520 \text{ veh} * \left(1 + \frac{3.57}{100}\right)^1$$

$$TF \text{ livianos} = 539 \text{ veh/día}$$

$$TF \text{ pesados } 2024 = 120 \text{ veh} * \left(1 + \frac{1.74}{100}\right)^1$$

$$TF \text{ pesados} = 123 \text{ veh/día}$$

$$TF \text{ 2024} = 539 \text{ veh/día} + 123 \text{ veh/día}$$

$$TF \text{ 2024} = 662 \text{ veh/día}$$

A continuación se presentan los resultados finales del TPDA futuro hasta el año 2043:


Tabla 43. Resultados totales del TPDA futuro hasta el 2043

AÑO	VEHÍCULOS POR DÍA
2023	640
2024	662
2025	683
2026	705
2027	725
2028	748
2029	769
2030	791
2031	816
2032	840
2033	863
2034	890
2035	916
2036	943
2037	972
2038	1000
2039	1031
2040	1061
2041	1092
2042	1126
2043	1159

En base a la **Tabla 43** se puede observar que el TPDA futuro para el año 2043 es de 1159 veh/día y con ese valor se puede clasificar a la vía en base a la Tabla 16 como una Carretera Clase II según las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003. Los factores de daño se calcularon dependiendo de la categoría del vehículo y el número de ejes que este posee, para ello se utilizaron las Ecuaciones 23, 24, 25 y 26 y se descartan los datos de los vehículos livianos, es decir, sólo se trabaja con vehículos pesados.

Para ejemplificación se presenta el cálculo del factor de daño para un vehículo de categoría pesada de tipo 2D con el uso de la Ecuación 23 y los pesos establecidos según la Norma:

Figura 10. Fragmento de tabla de pesos del vehículo 2D

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)
2 D				CAMIÓN DE DOS (2) EJES PEQUEÑO 7

Fuente: NORMA NEVI 12 – MTOP [25]

Según la Figura 10 existen dos ejes simples que pesan 3 y 4 toneladas, por lo que el factor de daño será la suma de los factores de los dos ejes simples:

$$Eje\ simple: \left(\frac{3}{6,6}\right)^4$$

$$Eje\ simple: 0.04$$

$$Eje\ simple: \left(\frac{4}{6,6}\right)^4$$

$$Eje\ simple: 0.13$$

El factor de daño fue de 0.17 que representa la suma de 0.04 y 0.13.

Finalmente el número de ejes equivalentes se encuentra completamente detallado en el **Anexo B**.

En primer lugar, se calculó el número de ejes equivalentes parcial a través de la Ecuación 27:

$$W_{18\ parcial\ 2023} = 365 * (100 * 0.18 + 20 * 0.57)$$

$$W_{18\ parcial\ 2023} = 365 * (100 * 0.18 + 20 * 0.57)$$

$$W_{18\ parcial\ 2023} = 10671$$

Luego se calculó el el número de ejes equivalentes acumulado a través de la Ecuación 28:

$$W_{18\ acumulado\ 2023} = 365 * (100 * 0.18 + 20 * 0.57) + W_{18\ ac.\ anterior}$$

$$W_{18\ acumulado\ 2023} = 365 * (100 * 0.18 + 20 * 0.57) + 0$$

$$W_{18\ acumulado\ 2023} = 10671$$

Después, se calculó el número de ejes equivalentes por sentido a través de la Ecuación 29:

$$W_{18 \text{ por sentido } 2023} = \frac{10671}{2}$$

$$W_{18 \text{ por sentido } 2023} = 5336$$

Finalmente, se calculó el número de ejes equivalentes por carril a través de la Ecuación 30, pero para ello se requirió del porcentaje del número de ejes equivalentes que se ocupará en base al número de carriles por sentido que tiene la vía, en este caso para 1 carril se toma el 100%.

$$\text{Carril de diseño} = 5336(1)$$

$$\text{Carril de diseño} = 5336$$

A continuación se presentan los resultados finales del número de ejes equivalentes hasta el año 2043:

Tabla 44. Resultados totales del número de ejes equivalentes hasta el 2043

AÑO	VEHÍCULOS POR DÍA
2023	5336
2024	10841
2025	16411
2026	22150
2027	27954
2028	33928
2029	39934
2030	46005
2031	52245
2032	58551
2033	64888
2034	71395
2035	77967
2036	84604
2037	91411
2038	98282
2039	105323
2040	112428
2041	119599
2042	126939
2043	134344

En la **Tabla 44** se muestran los valores del número de ejes equivalentes de 8.2 Ton que se tomaron del carril de diseño, en este caso se consideró el valor del año actual

(2023) de 0.0053 para calcular las deflexiones admisible y crítica en la evaluación estructural.

En otro ámbito, el detalle del Índice de Condición de Pavimento (PCI) de cada unidad de muestreo se encuentra en el **Anexo C**, en base a ello, la vía se clasificó según la Tabla 19 del manual del PCI, así mismo, se determinó el tipo de mantenimiento que necesitó cada unidad de muestreo según el resumen de la siguiente tabla:

Tabla 45. Resultados totales del PCI y el tipo de mantenimiento en cada unidad

ÁREA	229				
UNIDAD	ABSCISADO INICIAL	ABSCISADO FINAL	PCI	CALIDAD DEL PAVIMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO
U2	4+039.50	4+079.00	74.90	Muy Bueno	Mantenimiento Rutinario
U9	4+316.00	4+355.50	77.80	Muy Bueno	Mantenimiento Rutinario
U16	4+592.50	4+632.00	62.00	Bueno	Mantenimiento Periódico
U23	4+869.00	4+908.50	91.00	Excelente	Mantenimiento Rutinario
U30	5+145.50	5+185.00	92.00	Excelente	Mantenimiento Rutinario
U37	5+422.00	5+461.50	86.90	Excelente	Mantenimiento Rutinario
U44	5+698.50	5+738.00	87.30	Excelente	Mantenimiento Rutinario
U51	5+975.00	6+014.50	65.00	Bueno	Mantenimiento Periódico
U58	6+251.50	6+291.00	86.00	Excelente	Mantenimiento Rutinario
U65	6+528.00	6+567.50	59.50	Bueno	Mantenimiento Periódico
U72	6+804.50	6+844.00	84.00	Muy Bueno	Mantenimiento Rutinario
U79	7+081.00	7+120.50	72.00	Muy Bueno	Mantenimiento Rutinario
U86	7+357.50	7+397.00	88.50	Excelente	Mantenimiento Rutinario
U93	7+634.00	7+673.50	69.00	Bueno	Mantenimiento Periódico

En la **Tabla 45** se evidencian los resultados del mantenimiento que necesitan las 14 unidades de las cuales 10 presentan un tipo de mantenimiento rutinario, mientras que 4 unidades un mantenimiento periódico.

Adicionalmente, se presentan los resultados del comportamiento de la subrasante y el pavimento, los resultados que se obtuvieron de las deflexiones de la vía según la Tabla 29 y los resultados totales de todos los radios de curvatura.

Tabla 46. Clasificación final del comportamiento de la subrasante y del pavimento de la vía

Nº	TIPO DE DEFLEXIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO
1	Tipo I	Bueno $D_c < D_a$	254.17	Bueno $R_c > 100$
2			210.50	
3			213.11	
4			183.78	
5			258.85	
6			183.78	
7			257.29	
8			215.71	

En la **Tabla 46** se evidencian los resultados del comportamiento de la subrasante y del pavimento de la vía de estudio, los resultados de todos los radios de curvatura son mayores a 100, eso significa que no existe un problema en la estructura y que no se requiere de un plan de rehabilitación o reconstrucción, así también como la deflexión crítica es menor que la admisible existe un buen comportamiento de la subrasante, esto en base a la Tabla 20 propuesta por la CONREVIAL.

Tercera Fase

Esta fase responde al tercer objetivo que consiste en proponer un plan de mantenimiento de la vía de estudio con su presupuesto.

Para establecer el plan de mantenimiento se detallaron todas las fallas presentes en cada unidad de muestreo, con su respectiva cuantificación y solución al problema presente:

Tabla 47. Resumen de todas las fallas presentes - Cuantificación y solución

FALLA	UNIDAD	ABSCISA		SEVERIDAD-CANTIDAD		SOLUCIÓN
		INICIAL	FINAL	L	M	
Piel de cocodrilo	m ²	4+039.5	4+079.0	7.70		Micropavimento (slurry seal modificado con polímero 3% y emulsión CQS) (R)
		4+316.0	4+355.5	0.99		
		4+592.5	4+632.0	4.99		
		4+592.5	4+632.0		5.40	
		5+422.0	5+461.5	0.72		
		5+698.5	5+738.0	2.75		
		5+975.0	6+014.5	20.09		
		6+251.5	6+291.0	0.78		
		6+528.0	6+567.5	35.75		
		6+804.5	6+844.0	2.64		
		7+081.0	7+120.5	2.05		
		7+081.0	7+120.5		2.08	
TOTAL POR FALLA				92.46	7.48	
Abultamientos y hundimientos	m	7+634.0	7+673.5	3.00		
TOTAL POR FALLA				3.00		
Corrugación	m ²	4+869.0	4+908.5	10.67		
		5+145.5	5+185.0	2.02		
TOTAL POR FALLA				12.69		
Depresión	m ²	6+804.5	6+844.0	1.80		
TOTAL POR FALLA				1.80		
Fisura de borde	m	5+145.5	5+185.0	11.00		
		5+422.0	5+461.5	20.00		
		5+698.5	5+738.0		2.20	
		6+528.0	6+567.5	32.00		
TOTAL POR FALLA				63.00	2.20	
Fisuras longitudinales y transversales	m	4+039.5	4+079.0	8.00		
		4+869.0	4+908.5	8.00		
		5+422.0	5+461.5	3.20		
		5+975.0	6+014.5	8.20		
		6+804.5	6+844.0	3.00		
		7+081.0	7+120.5		3.00	
7+357.5	7+397.0		6.00			
TOTAL POR FALLA				30.40	9.00	
Parcheo	m ²	4+039.5	4+079	1.32		
		5+145.5	5+185.0	1.50		
TOTAL POR FALLA				2.82		
Huecos	U	4+592.5	4+632.0	1.00		
		6+251.5	6+291.0	1.00		
TOTAL POR FALLA				2.00		
Desprendimiento de agregados	m ²	4+316.0	4+355.5	0.60		
		5+422.0	5+461.5	45.00		
		5+975.0	6+014.5	91.80		
		6+251.5	6+291.0	23.40		
		6+528.0	6+567.5	19.50		
		6+804.5	6+844.0	24.00		
		7+081.0	7+120.5	72.00		
		7+357.5	7+397.0	46.20		
7+634.0	7+673.5	10.20				
TOTAL POR FALLA				332.70		

En la **Tabla 47** se evidencia la cuantificación de las fallas presentes en las unidades de muestreo con su respectiva solución, en total se encontraron nueve tipos de fallas diferentes, de las cuales un 92% de la falla piel de cocodrilo, un 98% de la falla fisura de borde y un 88% de la falla fisuras longitudinales y transversales, fueron de severidad baja.

Además, cabe recalcar que por la presencia de las diferentes fallas en la capa de rodadura, la mayoría de severidad baja pues no se consideró que la vía es nueva y por ende, no requiere de ensayos de estabilidad a través de la extracción de núcleos.

Plan de Mantenimiento

Se propuso la aplicación de un mortero asfáltico (slurry seal) que sea tendido a lo largo de toda la vía del kilómetro 4km al 8km con su respectiva señalética horizontal y vertical, con el fin de que se solucione el problema de todas las fallas presentes, teniendo en cuenta que dar una solución específica a cada tipo de falla significaría un aumento del valor del presupuesto referencial por costos extras de transporte debido a la ubicación lejana de la vía. Razón por la que se plantea la colocación de un mortero asfáltico de tipo Micropavimento con adición de polímeros que permitan reducir la susceptibilidad que presenta el ligante a los cambios de temperatura en la vía.

La colocación de un Micropavimento aumenta el nivel de comodidad del usuario por la uniformidad que se le otorga a toda la vía, además de un aspecto visualmente presentable.

Además, para cumplir con el mantenimiento rutinario se requiere de una limpieza de cunetas a mano y actividades que se sugieren como la remoción de derrumbes menores, arbustos o hierbas de las cunetas y/o zonas cercanas a la vía, de preferencia son actividades que se pueden ejecutar una vez al año.

A continuación, se muestra el presupuesto referencial:

Tabla 48. Presupuesto Referencial

TABLA DE PRESUPUESTO					
N°	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
MANTENIMIENTO					
1	Micropavimento (slurry seal modificado con polímero 3% y emulsión CQS)	m ²	31200	2.67	83304.00
2	Limpieza cunetas / canales (a mano)	m ³	480	1.28	614.40
SEÑALÉTICA HORIZONTAL					
3	Marcas de pavimento segmentada a=10cm	m	2000	0.94	1880.00
4	Marcas de pavimento continuo a=10cm	m	10000	0.98	9800.00
5	Tachas unidireccionales (instalación, incluye bitumen)	U	667	1.01	673.67
6	Tachas reflectivas bidireccionales (suministro e instalación)	U	334	4.43	1479.62
SEÑALÉTICA VERTICAL					
7	Curva Derecha	U	11	132.23	1454.53
8	Curva Izquierda	U	11	132.23	1454.53
9	Velocidad Máxima 40-60-90 Km/H	U	4	132.23	528.92
10	Señalización de sitio	U	3	1049.42	3148.26
TOTAL					104337.93

Precios Unitarios basados en dos obras de la SERCOP [26], [27].

Las especificaciones técnicas se detallan en el **Anexo F** basadas en la Norma INEN [28], [29].

Finalmente, después de haber realizado la evaluación visual y estructural del pavimento se determinó que se necesita de un presupuesto de ciento cuatro mil trescientos treinta y siete dólares con noventa y tres centavos americanos para cumplir con el plan de mantenimiento detallado anteriormente, el cual se encuentra adecuado a las necesidades actuales de la vía de estudio.

3.2. Verificación de hipótesis

La hipótesis planteada en este trabajo experimental es “La evaluación visual y estructural del pavimento de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000, de la parroquia Palmira, cantón Guamate, provincia De Chimborazo, permite crear un plan de mantenimiento vial adecuado a sus condiciones”

Sí, la evaluación visual y estructural del pavimento de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000 fue suficiente para crear un plan de mantenimiento vial adecuado a sus condiciones actuales, con la ayuda de la metodología aplicada, los resultados que se obtuvieron y su respectivo análisis en base

a las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes MTOP, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003, AASHTO, ASTM, Manual de PCI y CONREVIAl.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ✓ Se extrajeron muestras de suelos de tipo subrasante y subbase cada 1 km por medio de calicatas de 1m³, por otro lado, el día de mayor volumen de tráfico fue el jueves con un total de 418 vehículos, así también, el Índice de Condición de Pavimento promedio fue de 78.28 puntos y las deflexiones obtenidas fueron de tipo I.
- ✓ El TPDA obtenido fue de 640 veh/día de los cuales según la distribución vehicular un 81% eran livianos, 0% buses y 19% pesados, además se obtuvo un TPDA futuro de 1159 veh/día para el año 2043, clasificando a la vía como una Carretera Clase II según las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003.
- ✓ El número de ejes equivalentes del 2023 fue de 0.0053×10^6 y para el año 2043 se prevé un número de ejes equivalentes de 0.1343×10^6 .
- ✓ Según el valor promedio del PCI resultante de la inspección visual de 14 unidades de muestreo, la vía se encontró dentro de la clasificación de muy buena y, en base a las deflexiones de Tipo I medidas cada 500m con la Viga Benkelman y el deflectograma, el comportamiento de la subrasante y del pavimento fueron buenos, es decir, la vía mantiene un buen nivel de funcionalidad.
- ✓ En base a los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, CBR y Proctor Modificado, se determinó que la subrasante según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en todas las calicatas, es una arena mal graduada con limo de baja plasticidad, con un límite líquido promedio de 23.39%, un límite plástico promedio de 22.58% y un índice de plasticidad promedio de 0.81%; además se obtuvo un CBR promedio de 25.75%, que según el Libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones de Carlos Crespo, la clasifica como una subrasante excelente.
- ✓ En base a los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, CBR y Proctor Modificado, se determinó que la subbase según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos en la calicata del kilómetro 5, es una grava mal graduada con limos de baja plasticidad, las calicatas del kilómetro 6 y 7 son suelos de tipo arenas mal graduadas con grava y la del kilómetro 8 es una grava mal graduada

con arena; el límite líquido promedio fue de 23.59%, el límite plástico promedio de 23.65%, un índice de plasticidad de 0 % y un CBR promedio de 39.50%, todas estas condiciones clasifican a este suelo como una subbase clase 1 según la MTOP.

- ✓ Finalmente, para dar solución a las fallas visibles presentes en el pavimento, se requiere de un plan de mantenimiento rutinario con un presupuesto referencial de 104337.93 dólares americanos que contempla el tendido de un Micropavimento con su respectiva señalética horizontal y vertical, y la limpieza de cunetas.

4.2. Recomendaciones

- ✓ Un plan de mantenimiento es necesario para cualquier sistema de red vial, debido a que prolonga su vida útil y promueve su correcta funcionalidad, es por esta razón que recomiendo continuar con la evaluación visual y estructural de los tramos siguientes de la vía de estudio debido a que no existe una investigación previa de este tipo.
- ✓ Recomiendo al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Palmira mantener la limpieza adecuada en las cunetas a lo largo de toda la vía; de igual manera, supervisar el sistema de alcantarillado debido a que cuando existen altas precipitaciones se encharca el agua y esto puede provocar filtraciones de humedad que generen posibles alteraciones en la funcionalidad vial.
- ✓ Para la realización del ensayo de CBR de campo por medio del DCP se recomienda realizarlo en un punto de suelo no alterado y un día que no exista abundante precipitación, debido a que esto puede afectar los resultados.
- ✓ Se recomienda al laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica adquirir la cantidad de equipos y herramientas que satisfagan las necesidades de los tesisistas, así también, dar el mantenimiento adecuado y oportuna calibración de los equipos porque de ello dependen los resultados obtenidos.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] J. Crespo, “Revelando el sistema de carreteras en Ecuador. Anotaciones sobre La ordenación de la red vial. El cantón de Cuenca (2016). Enrique Flores”, *Redalyc*, p. 103, ago. 2019, [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- [2] M. A. Rubio Idrogo, “Gestión de mantenimiento vial y su relación con la satisfacción de los usuarios de Lima Metropolitana, 2022”, *Alpha Centauri*, vol. 4, n° 2, pp. 24–25, may 2023, doi: 10.47422/ac.v4i2.145.
- [3] J. Huamaní Arone, O. E. Rimayhuaman Taipe, y X. S. Tito Catalán, “Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario”, *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, n° 5, p. 1890, oct. 2022, doi: 10.37811/cl_rcm.v6i5.3202.
- [4] E. Oliverio Martínez, “Esquema de Mantenimiento y Mejoramiento en vías terciarias: Colombia responde”, *Redalyc*, p. 55, jun. 2017.
- [5] E. Espinel y M. Zambrano, “Zonificación de la capacidad portante de los suelos de la Parroquia Andrés de Vera del cantón Portoviejo de la provincia de Manabí”, *INGENIAR*, vol. 5, n° 10, pp. 3–13, oct. 2022, doi: 10.46296/ig.v5i10edespoct.0070.
- [6] S. J. Navarro Hudiel y F. J. Bustamante Arteaga, “Cálculo de tasa de crecimiento de tránsito para proyecciones de tráfico promedio diario anual en Nicaragua”, *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, vol. 11, n° 1, pp. 45–50, jun. 2021, doi: 10.5377/elhigo.v11i1.11717.
- [7] P. Condarco, “Análisis y Procedimiento para un Estudio de cargas por eje”, *ITVC*, p. 1, 2016.
- [8] R. C. y M. Reyes Espíndola y J. Cárdenas Grisales, *Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones.*, Alfaomega., vol. 9. Colombia, 2018.

- [9] A. Andrade, G. Castillo, y C. Chacater, “Efectos de la variabilidad de los datos iniciales en el índice de condición del pavimento y predicción de su deterioro”, *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, vol. 4, n° 1, p. 111, jun. 2021, doi: 10.37135/ns.01.07.06.
- [10] L. Soto y K. Soruco, “Comparación de resultados entre Deflectometría y ensayos de CBR, relativos a la estimación del Módulo Resiliente”, *Ciencia Sur*, vol. 3, pp. 12–18, jun. 2017.
- [11] C. Andrade, I. Machado, y J. Rufino, “Metodología de análisis de la condición del pavimento a partir del cuenco de deflexión”, *Infraestructura Vial*, vol. 17, p. 25, sep. 2014.
- [12] D. A. Ramirez Medina y L. S. Valenzuela Robles, “Plan de mantenimiento periódico del pavimento en el tramo Paradero Las Retamas – Puente Los Ángeles”, *Infraestructura Vial*, vol. 25, n° 44, pp. 2–3, abr. 2023, doi: 10.15517/iv.v25i44.51309.
- [13] GONGOPE, “Plan de Desarrollo Vial Integral de la Provincia de Chimborazo 2019”. Accedido: 14 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/Chimborazo-plan-vial-integral.pdf>
- [14] ASTM, *Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications*. Estados Unidos. Accedido: 27 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://nazhco.com/wp-content/uploads/2020/11/6951-03.pdf>
- [15] L. Vásquez, *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*, Ingepav. Colombia, 2002.
- [16] S. Carrasco y C. Vizhñay, “Evaluación estructural vial para Azogues mediante el análisis de deflexiones aplicando la viga Benkelman”, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2019. Accedido: 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33520/1/Trabajo%20de%20Titulación.pdf>.



- [17] J. Balarezo-Zapata, “Evaluación Estructural usando Viga Benkelman aplicada a un pavimento”, Universidad de Piura, Piura, 2017. Accedido: 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3135/ICI_241.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [18] MTOP, *Especificaciones Generales para La Construcción de Caminos y Puentes*. Quito, 2002. Accedido: 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf
- [19] E. Juárez y A. Rodríguez, *Mecánica de suelos*, vol. 1. México, 2005.
- [20] C. Crespo Villalaz, *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*, Limusa., vol. 5. México, 2004.
- [21] ASTM, *Designación: ASTM C 131-01*. Accedido: 28 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/37324069/Designaci%C3%B3n_ASTM_C_131_01
- [22] MTOP, *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003*. Quito, 2003.
- [23] AASHTO, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. 1993. Accedido: 15 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=1HRB12tBQNM&oi=fnd&pg=PR7&dq=AASHTO,+A.+A.+\(1993\).+Guide+for+Design+of+Pavement+Structures&ots=RtzsKBfPxe&sig=Japna9Jj9lcc4Sszv61OBIOFE08#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=1HRB12tBQNM&oi=fnd&pg=PR7&dq=AASHTO,+A.+A.+(1993).+Guide+for+Design+of+Pavement+Structures&ots=RtzsKBfPxe&sig=Japna9Jj9lcc4Sszv61OBIOFE08#v=onepage&q&f=false)
- [24] CONREVI, *Estudio de Rehabilitación de carreteras en el país, Aspectos de evaluaciones de pavimentos*, vol. C. Lima-Perú, 1983.
- [25] NEVI 12 - MTOP, *Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador*, vol. 2. Quito, 2013.

- [26] SERCOP, “Sistema Oficial de Contratación Pública”. Accedido: 6 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=20sOnl5PVwzIVM6jQB8T1StKM7S9lkPdyz8IsPT4JAU>,
- [27] SERCOP, “Sistema Oficial de Contratación Pública”. Accedido: 27 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=FyHLdhmjZO8iragAqz-KbWmqbwLUtWR5eCOctcVx2Zk>,
- [28] INEN, *Señalización Vial Parte 1. Señalización Vertical*. Quito, 2011.
- [29] INEN, *Señalización Vial Parte 2. Señalización Horizontal*. Quito, 2011.
- [30] J. E. Bowles, *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. México, 1981.



Anexos

ANEXO A
CONTEO DEL
TRÁNSITO VEHICULAR



Anexo A-1; Conteo Vehicular de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR 														
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"														
FECHA: LUNES, 18 de septiembre de 2023														
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO														
RESULTADOS DEL CONTEO DE TRAFICO														
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS											TOTALES
			2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3	V2DB	V3A	T2	T3	
7h00-7h15	11		1	1										13
7h15-7h30	11		1	1										13
7h30-7h45	10													10
7h45-8h00	7										1			8
8h00-8h15	5													5
8h15-8h30	10													10
8h30-8h45	5													5
8h45-9h00	5													5
9h00-9h15	8													8
9h15-9h30	5													5
9h30-9h45	6													6
9h45-10h00	4													4
10h00-10h15	3													3
10h15-10h30	4													4
10h30-10h45	6			1										7
10h45-11h00	6													6


Anexo A-2; Conteo Vehicular de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR												
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"														
FECHA:		MIÉRCOLES, 20 de septiembre de 2023												
REALIZADO POR:		JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO												
RESULTADOS DEL CONTEO DE TRAFICO														
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS											TOTALES
			2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3	V2DB	V3A	T2	T3	
7h00-7h15	11		1											12
7h15-7h30	10		1	1										12
7h30-7h45	9			1										10
7h45-8h00	11													11
8h00-8h15	8													8
8h15-8h30	7		1											8
8h30-8h45	9													9
8h45-9h00	10													10
9h00-9h15	8													8
9h15-9h30	6													6
9h30-9h45	7													7
9h45-10h00	5													5
10h00-10h15	7													7
10h15-10h30	5													5
10h30-10h45	5													5
10h45-11h00	6													6

Anexo A-3; Conteo Vehicular de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR														
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"														
FECHA:		JUEVES, 21 de septiembre de 2023												
REALIZADO POR:		JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO												
RESULTADOS DEL CONTEO DE TRAFICO														
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS											TOTALES
			2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3	V2DB	V3A	T2	T3	
7h00-7h15	24		4											28
7h15-7h30	15		2											17
7h30-7h45	18		4	2										24
7h45-8h00	21		5	1										27
8h00-8h15	22	1	1											24
8h15-8h30	9			5										14
8h30-8h45	22		7											29
8h45-9h00	11		6											17
9h00-9h15	9		4											13
9h15-9h30	20					1								21
9h30-9h45	17		4											21
9h45-10h00	10		4											14
10h00-10h15	11		1											12
10h15-10h30	5		1	1										7
10h30-10h45	14		2											16
10h45-11h00	10			2										12

Anexo A-4; Conteo Vehicular de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CONTEO VEHICULAR 														
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"														
FECHA: SÁBADO, 23 de septiembre de 2023														
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO														
RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁFICO														
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS											TOTALES
			2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3	V2DB	V3A	T2	T3	
7h00-7h15	8		1											9
7h15-7h30	7			2										9
7h30-7h45	5		1											6
7h45-8h00	7													7
8h00-8h15	7													7
8h15-8h30	6													6
8h30-8h45	5													5
8h45-9h00	7													7
9h00-9h15	5													5
9h15-9h30	6													6
9h30-9h45	6													6
9h45-10h00	5													5
10h00-10h15	6													6
10h15-10h30	4		1											5
10h30-10h45	5													5
10h45-11h00	4													4

ANEXO B

NÚMERO DE EJES

EQUIVALENTES

Anexo B-1; Número de ejes equivalentes de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES 															
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"															
REALIZADO POR:		JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO													
ACUMULADO POR HORA MÁS ALTO															
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS											ACUMULADO POR HORA	
			2D	2D A	2DB	3A	4C	3S2	3S3	V2 DB	V3A	T2	T3		
7h00-7h15	24		4												28
7h15-7h30	15		2												17
7h30-7h45	18		4	2											24
7h45-8h00	21		5	1											27
TOTAL	78	0	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
Factor hora pico	0.86														
FACTORES DE DAÑO SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO															
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR 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		0.00		0.00	1.04						
2D	3	0.04		0.00		0.00		0.00	0.18						
	4	0.13		0.00		0.00		0.00							
2DA	3	0.04	7	0.53		0.00		0.00	0.57						
2DB	7	1.27	11	3.24		0.00		0.00	4.50						
3A	7	1.27		0.00	20	3.16		0.00	4.43						
4C	7	1.27		0.00		0.00	24	1.19	2.45						



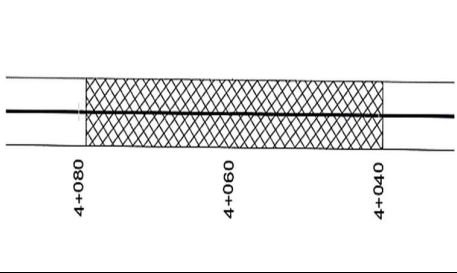
3S2	7	1.27		0.00	20	6.32		0.00	7.59									
3S3	7	1.27		0.00	20	3.16	24	1.19	5.61									
NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES																		
Año	Índice de crecimiento (%)			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)										W18	W18	W18	W18	
	Livianos	Bus	Pesados	LIVIANOS	BUS	PESADOS							TPDA TOTAL	Acumulado	Por sentido	Carril Diseño	Parcial	
						2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3						
1	2023	3.57	1.78	1.74	520	0	100	20	0	0	0	0	0	640	10671	5336	5336	
2	2024	3.57	1.78	1.74	539	0	102	21	0	0	0	0	0	662	21681	10841	10841	11010
3	2025	3.57	1.78	1.74	558	0	104	21	0	0	0	0	0	683	32821	16411	16411	11140
4	2026	3.25	1.62	1.58	577	0	106	22	0	0	0	0	0	705	44300	22150	22150	11479
5	2027	3.25	1.62	1.58	595	0	108	22	0	0	0	0	0	725	55908	27954	27954	11608
6	2028	3.25	1.62	1.58	615	0	110	23	0	0	0	0	0	748	67855	33928	33928	11947
7	2029	3.25	1.62	1.58	635	0	111	23	0	0	0	0	0	769	79867	39934	39934	12012
8	2030	3.25	1.62	1.58	655	0	113	23	0	0	0	0	0	791	92009	46005	46005	12142
9	2031	3.25	1.62	1.58	677	0	115	24	0	0	0	0	0	816	104490	52245	52245	12481
10	2032	3.25	1.62	1.58	699	0	117	24	0	0	0	0	0	840	117101	58551	58551	12611
11	2033	3.25	1.62	1.58	721	0	118	24	0	0	0	0	0	863	129776	64888	64888	12675
12	2034	3.25	1.62	1.58	745	0	120	25	0	0	0	0	0	890	142790	71395	71395	13014
13	2035	3.25	1.62	1.58	769	0	122	25	0	0	0	0	0	916	155934	77967	77967	13144
14	2036	3.25	1.62	1.58	794	0	124	25	0	0	0	0	0	943	169208	84604	84604	13274
15	2037	3.25	1.62	1.58	820	0	126	26	0	0	0	0	0	972	182821	91411	91411	13613
16	2038	3.25	1.62	1.58	846	0	128	26	0	0	0	0	0	1000	196563	98282	98282	13742
17	2039	3.25	1.62	1.58	874	0	130	27	0	0	0	0	0	1031	210645	105323	105323	14082
18	2040	3.25	1.62	1.58	902	0	132	27	0	0	0	0	0	1061	224856	112428	112428	14211
19	2041	3.25	1.62	1.58	931	0	134	27	0	0	0	0	0	1092	239197	119599	119599	14341
20	2042	3.25	1.62	1.58	962	0	136	28	0	0	0	0	0	1126	253877	126939	126939	14680
21	2043	3.25	1.62	1.58	993	0	138	28	0	0	0	0	0	1159	268687	134344	134344	14810

ANEXO C



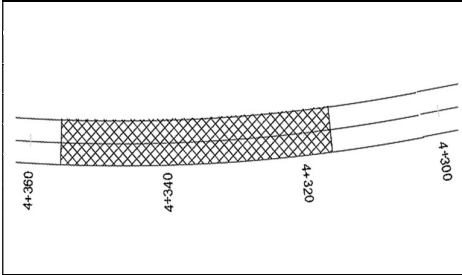
REGISTRO DE

INSPECCIÓN DEL PCI



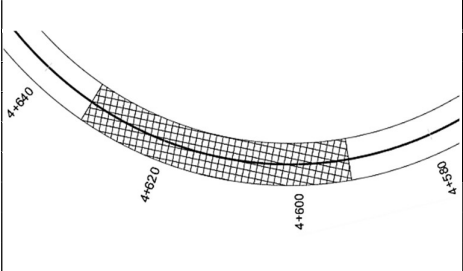
Anexo C-1; Unidad de muestreo 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	1						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	4+039.5						
ABSCISA FINAL:	4+079.0						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	Baja	7.70		7.70	3.36	22.00	
10	Baja	8.00		8.00	3.49	2.00	
11	Baja	1.32		1.32	0.58	1.00	
Valor total de Deducción (VDT)						NO APLICA	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	=	Mayor valor deducido individual					
HDVi	=	22.00			PCI	=	100 - MVDC
mi	=	8.16			PCI	=	74.90
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	22.00	2.00	1.00		25.00	3.00	14.00
2	22.00	2.00	2.00		26.00	2.00	20.50
3	22.00	2.00	2.00		26.00	1.00	25.10
4							
5							
					MVDC		25.10



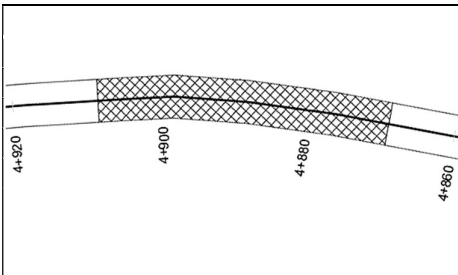
Anexo C-2; Unidad de muestreo 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	2						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	4+316.0						
ABSCISA FINAL:	4+355.5						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	Baja	0.99		0.99	0.43	20.60	
19	Baja	0.60		0.60	0.26	0.70	
Valor total de Deducción (VDT)						21.30	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	= Mayor valor deducido individual						
HDVi	= 21.30			PCI	= 100 - MVDC		
mi	= 8.23			PCI	= 77.80		
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	mi	VDC	
1	20.60	2.00		22.60	2.00	16.00	
2	20.60	2.00		22.60	1.00	22.20	
3							
4							
5							
				MVDC		22.20	



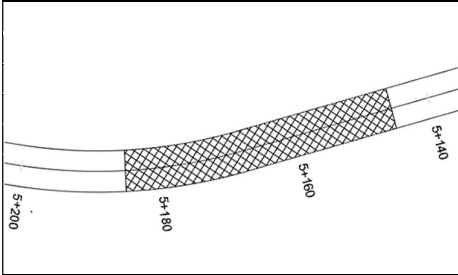
Anexo C-3; Unidad de muestreo 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	3						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	4+592.5						
ABSCISA FINAL:	4+632.0						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	Baja	4.29	0.70	4.99	2.18	17.50	
1	Media	5.40		5.40	2.36	30.00	
13	Baja	1.00		1.00	0.44	10.00	
Valor total de Deducción (VDT)						NO APLICA	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	= Mayor valor deducido individual						
HDVi	= 30.00			PCI	= 100 - MVDC		
mi	= 7.43			PCI	= 62.00		
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	30.00	17.50	10.00		57.50	3.00	36.50
2	30.00	17.50	2.00		49.50	2.00	38.00
3	30.00	2.00	2.00		34.00	1.00	33.20
4							
5							
					MVDC		38.00



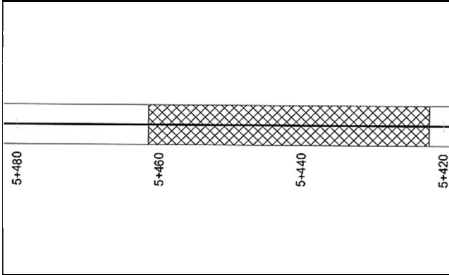
Anexo C-4; Unidad de muestreo 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	4						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	4+869.0						
ABSCISA FINAL:	4+908.5						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	Baja	8.00		8.00	3.49	2.00	
5	Baja	10.67		10.67	4.66	7.50	
Valor total de Deducción (VDT)						9.50	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	= Mayor valor deducido individual						
HDVi	= 7.50			PCI	= 100 - MVDC		
mi	= 9.49			PCI	= 91.00		
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	mi	VDC	
1	7.50	2.00		9.50	2.00	0.00	
2	7.50	2.00		9.50	1.00	9.00	
3							
4							
5							
				MVDC		9.00	



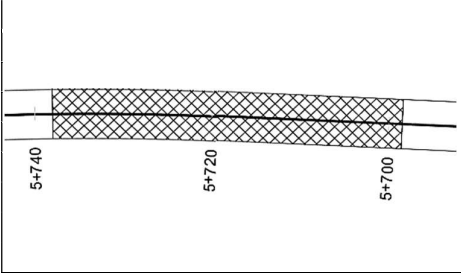
Anexo C-5; Unidad de muestreo 5

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	5						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	5+145.5						
ABSCISA FINAL:	5+185.0						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
5	Baja	0.62	1.40	2.02	0.88	1.90	
11	Baja	1.50		1.50	0.66	1.00	
7	Baja	11.00		11.00	4.80	4.00	
Valor total de Deducción (VDT)						6.90	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	= Mayor valor deducido individual						
HDVi	= 4.00			PCI	= 100 - MVDC		
mi	= 9.82			PCI	= 92.00		
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	4.00	2.00	2.00	8.00	3.00	0.00	
2	4.00	2.00	2.00	8.00	2.00	0.00	
3	4.00	2.00	2.00	8.00	1.00	8.00	
4							
5							
MVDC					8.00		

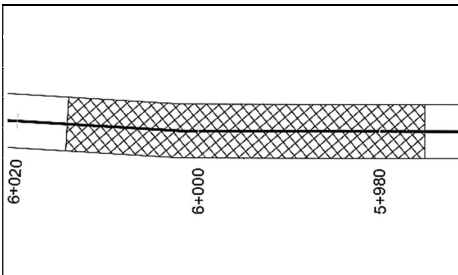

Anexo C-6; Unidad de muestreo 6

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	6						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	5+422.0						
ABSCISA FINAL:	5+461.5						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
7	Baja	20.00		20.00	8.73	5.00	
19	Baja	45.00		45.00	19.65	7.50	
1	Baja	0.24	0.48	0.72	0.31	5.00	
10	Baja	2.00	1.20	3.20	1.40	0.00	
Valor total de Deducción (VDT)						NO APLICA	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	=	Mayor valor deducido individual					
HDVi	=	7.50			PCI	=	100 - MVDC
mi	=	9.49			PCI	=	86.90
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	7.50	5.00	5.00	2.00	19.50	4.00	0.00
2	7.50	5.00	5.00	2.00	19.50	3.00	10.00
3	7.50	5.00	2.00	2.00	16.50	2.00	12.70
4	7.50	2.00	2.00	2.00	13.50	1.00	13.10
5							
					MVDC		13.10



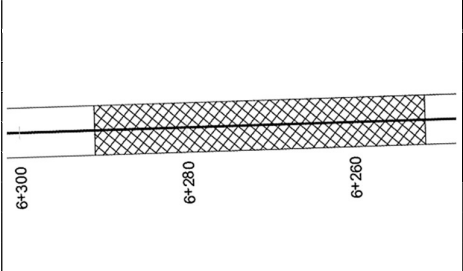
Anexo C-7; Unidad de muestreo 7

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	7						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	5+698.5						
ABSCISA FINAL:	5+738.0						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
7	Media	2.20		2.20	0.96	5.00	
1	Baja	2.75		2.75	1.20	11.25	
Valor total de Deducción (VDT)						NO APLICA	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	= Mayor valor deducido individual						
HDVi	=	11.25		PCI	=	100 - MVDC	
mi	=	9.15		PCI	=	87.30	
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	mi	VDC	
1	11.25	5.00		16.25	2	12.20	
2	11.25	2.00		13.25	1	12.70	
3							
4							
5							
				MVDC	12.70		



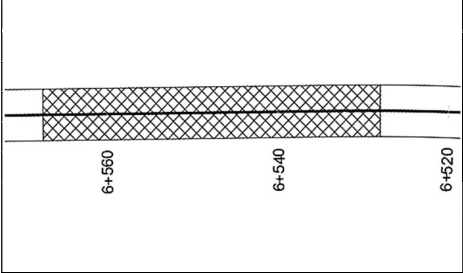
Anexo C-8; Unidad de muestreo 8

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL											
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"											
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO											
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:								
UNIDAD:	8										
ÁREA:	229										
ABSCISA INICIAL:	5+975.0										
ABSCISA FINAL:	6+014.5										
REALIZADO POR:	JENNIFER MISELL ASITIMBAY MULLO										
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS											
1. Piel de cocodrilo (m ²)								11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)								12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)								13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)							
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)							
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)							
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)							
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)							
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)							
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO				
1	Baja	3.19	1.50	15.40	20.09	8.77	32.00				
19	Baja	91.80			91.80	40.09	11.00				
10	Baja	4.00	4.20		8.20	3.58	2.00				
Valor total de Deducción (VDT)							NO APLICA				
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)											
HDVi	=	Mayor valor deducido individual									
HDVi	=	32.00			PCI	=	100 - MVDC				
mi	=	7.24			PCI	=	65.00				
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC				
1	32.00	11.00	2.00		45.00	3.00	28.00				
2	32.00	11.00	2.00		45.00	2.00	34.80				
3	32.00	2.00	2.00		36.00	1.00	35.00				
4											
5											
					MVDC		35.00				



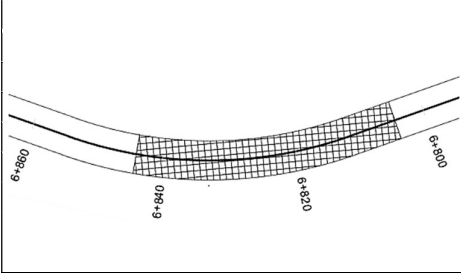
Anexo C-9; Unidad de muestreo 9

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	9						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	6+251.5						
ABSCISA FINAL:	6+291.0						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
13	Baja	1.00		1.00	0.44	10.00	
19	Baja	23.40		23.40	10.22	5.00	
1	Baja	0.78		0.78	0.34	5.00	
Valor total de Deducción (VDT)						NO APLICA	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	=	Mayor valor deducido individual					
HDVi	=	10.00			PCI	=	100 - MVDC
mi	=	9.27			PCI	=	86.00
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	10.00	5.00	5.00		20.00	3.00	10.50
2	10.00	5.00	2.00		17.00	2.00	13.00
3	10.00	2.00	2.00		14.00	1.00	14.00
4							
5							
					MVDC		14.00



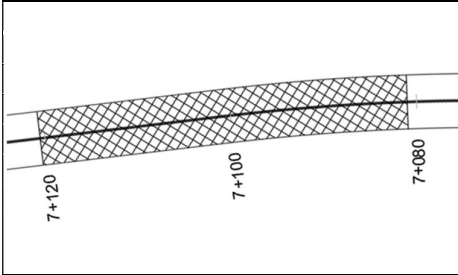
Anexo C-10; Unidad de muestreo 10

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	10						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	6+528.0						
ABSCISA FINAL:	6+567.5						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	Baja	3.85	14.40	17.50	35.75	15.61	37.50
19	Baja	19.50			19.50	8.52	4.50
7	Baja	32.00			32.00	13.97	6.00
Valor total de Deducción (VDT)							NO APLICA
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	=	Mayor valor deducido individual					
HDVi	=	37.50			PCI	=	100 - MVDC
mi	=	6.74			PCI	=	59.50
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	37.50	6.00	4.50		48.00	3.00	30.00
2	37.50	6.00	2.00		45.50	2.00	35.20
3	37.50	2.00	2.00		41.50	1.00	40.50
4							
5							
					MVDC		40.50



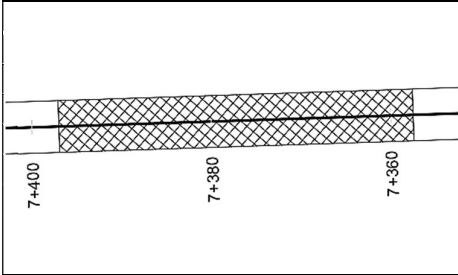
Anexo C-11; Unidad de muestreo 11

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM			ESQUEMA:			
UNIDAD:	11						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	6+804.5						
ABSCISA FINAL:	6+844.0						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	Baja	2.64		2.64	1.15	11.00	
19	Baja	24.00		24.00	10.48	5.00	
10	Baja	3.00		3.00	1.31	3.00	
6	Baja	1.80		1.80	0.79	4.00	
Valor total de Deducción (VDT)						NO APLICA	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	=	Mayor valor deducido individual			PCI	=	100 - MVDC
HDVi	=	11.00			PCI	=	84.00
mi	=	9.17			PCI	=	84.00
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	11.00	5.00	4.00	3.00	23.00	4.00	0.00
2	11.00	5.00	4.00	2.00	22.00	3.00	12.00
3	11.00	5.00	2.00	2.00	20.00	2.00	15.50
4	11.00	2.00	2.00	2.00	17.00	1.00	16.00
5							
MVDC						16.00	



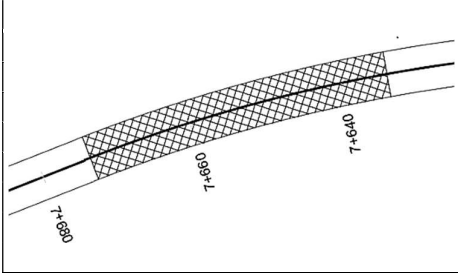
Anexo C-12; Unidad de muestreo 12

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	12						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	7+081.0						
ABSCISA FINAL:	7+120.5						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
19	Baja	72.00		72.00	31.44	10.00	
1	Baja	0.25	1.80	2.05	0.90	10.00	
1	Media	2.08		2.08	0.91	21.00	
10	Media	3.00		3.00	1.31	3.00	
Valor total de Deducción (VDT)						NO APLICA	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	= Mayor valor deducido individual						
HDVi	= 21.00			PCI	= 100 - MVDC		
mi	= 8.26			PCI	= 72.00		
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	21.00	10.00	10.00	3.00	44.00	4.00	25.00
2	21.00	10.00	10.00	2.00	43.00	3.00	27.00
3	21.00	10.00	2.00	2.00	35.00	2.00	28.00
4	21.00	2.00	2.00	2.00	27.00	1.00	26.00
5							
MVDC						28.00	

Anexo C-13; Unidad de muestreo 13

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM		ESQUEMA:				
UNIDAD:	13						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	7+357.5						
ABSCISA FINAL:	7+397.0						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10	Media	6.00		6.00	2.62	7.00	
19	Baja	46.20		46.20	20.17	8.00	
Valor total de Deducción (VDT)						NO APLICA	
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	=	Mayor valor deducido individual					
HDVi	=	8.00			PCI	=	100 - MVDC
mi	=	9.45			PCI	=	88.50
Nº	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	mi	VDC	
1	7.00	8.00		15.00	2.00	11.50	
2	7.00	2.00		9.00	1.00	8.50	
3							
4							
5							
				MVDC		11.50	

Anexo C-14; Unidad de muestreo 14

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL EVALUACIÓN ESTRUCTURAL 							
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"							
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
TRAMO:	4+000 KM - 8+000 KM			ESQUEMA:			
UNIDAD:	14						
ÁREA:	229						
ABSCISA INICIAL:	7+634.0						
ABSCISA FINAL:	7+673.5						
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO						
TIPOS DE DAÑOS EN ASFALTOS							
1. Piel de cocodrilo (m ²)				11. Parcheo (m ²)			
2. Exudación (m ²)				12. Pulimento de agregados (m ²)			
3. Fisuras en bloque (m ²)				13. Huecos (cantidad)			
4. Abultamientos y hundimientos (m)				14. Cruce de vía férrea (m ²)			
5. Corrugación (m ²)				15. Ahuellamiento (m ²)			
6. Depresión (m ²)				16. Desplazamiento (m ²)			
7. Fisura de borde (m)				17. Grieta parabólica (m ²)			
8. Fisura de reflexión de junta (m)				18. Hinchamiento (m ²)			
9. Desnivel / carril / berma (m)				19. Desprendimiento de agregados (m ²)			
10. Fisuras longitudinales y transversales (m)							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD			TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	Baja	7.20	4.00	2.80	14.00	6.11	28.00
19	Baja	10.20			10.20	4.45	3.00
4	Baja	3.00			3.00	1.31	4.00
Valor total de Deducción (VDT)							NO APLICA
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)							
HDVi	= Mayor valor deducido individual						
HDVi	= 28.00			PCI	= 100 - MVDC		
mi	= 7.61			PCI	= 69.00		
Nº	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	mi	VDC
1	28.00	4.00	3.00		35.00	3.00	21.00
2	28.00	4.00	2.00		34.00	2.00	27.00
3	28.00	2.00	2.00		32.00	1.00	31.00
4							
5							
					MVDC		31.00

ANEXO D

REGISTRO DE

EVALUACIÓN

ESTRUCTURAL

Anexo D-1; Evaluación estructural de la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000

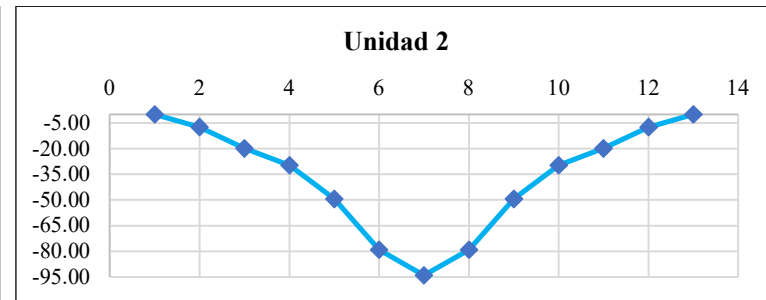
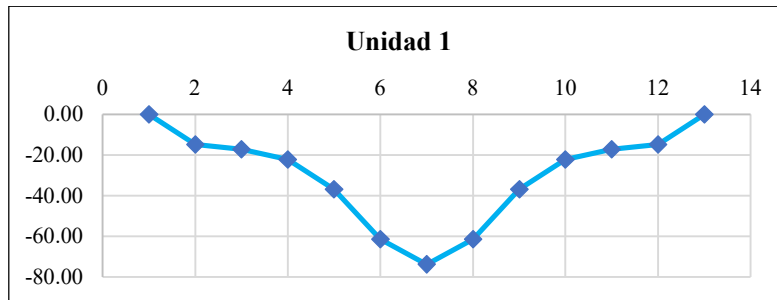
PUNTO		ABSCISA	CARRIL	TEMPERATURA °C	ESPESOR ASFALTO (cm)	LECTURAS EN EL DIAL (X10-2) mm						
						D0	D25	D50	D100	D250	D500	D 800
1		K4+500	Derecho	16	6	0	5	15	21	23	24	30
2		K5+000	Izquierdo	15	6	0	6	18	26	30	35	38
3		K5+500	Derecho	17	6	0	6	20	29	38	40	42
4		K6+000	Izquierdo	18	6	0	7	21	27	32	39	41
5		K6+500	Derecho	19	6	0	5	19	25	29	32	37
6		K7+000	Izquierdo	18	6	0	7	22	30	35	43	45
7		K7+500	Derecho	18	6	0	5	19	24	31	34	39
8		K8+000	Izquierdo	19	6	0	6	18	23	27	32	37

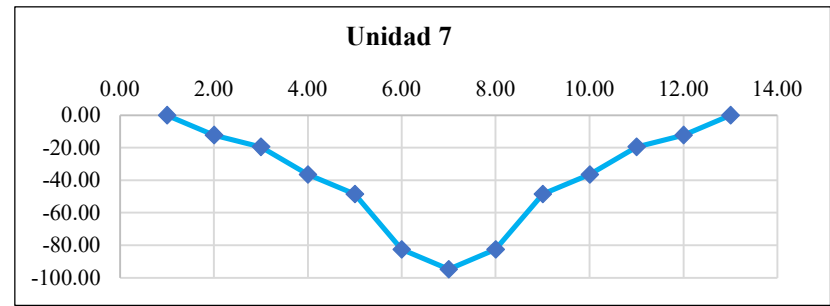
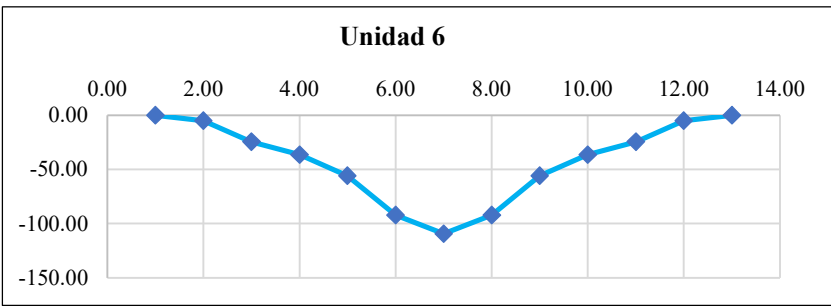
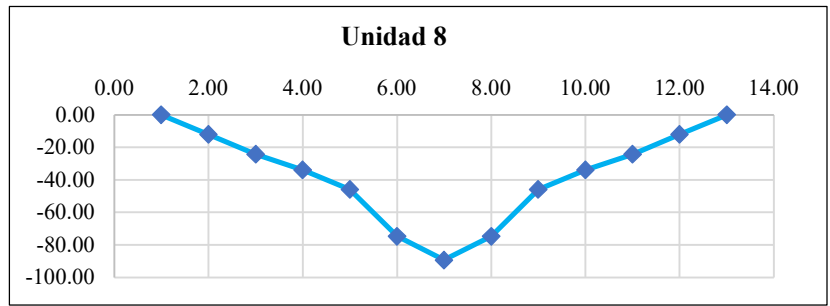
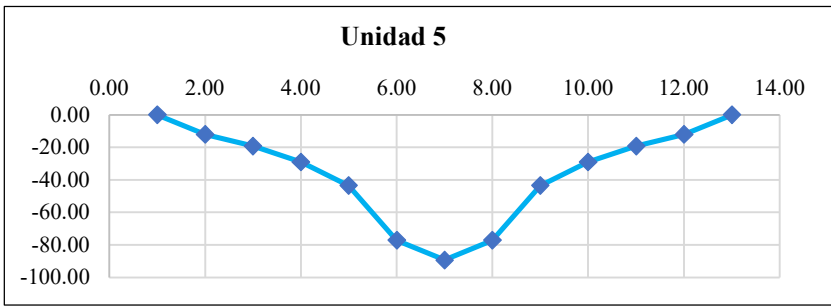
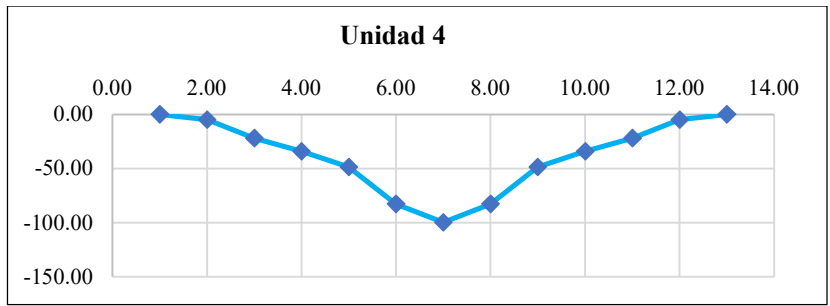
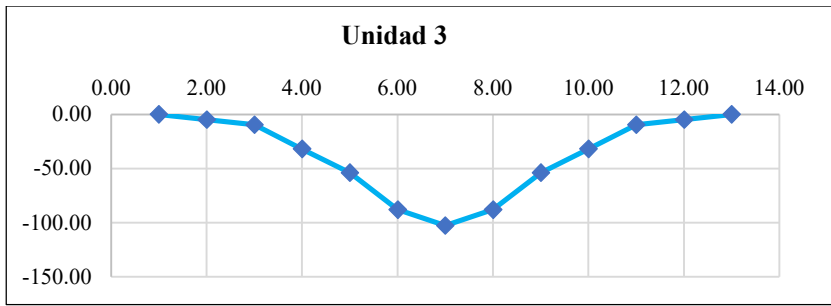
PUNTO		ABSCISA	CARRIL	TEMPERATURA °C	ESPESOR ASFALTO (cm)	DEFLEXIONES (X10-2) mm						
						D0	D25	D50	D100	D250	D500	D 800
1		K4+500	Derecho	16	6	60	50	30	18	14	12	0
2		K5+000	Izquierdo	15	6	76	64	40	24	16	6	0
3		K5+500	Derecho	17	6	84	72	44	26	8	4	0
4		K6+000	Izquierdo	18	6	82	68	40	28	18	4	0
5		K6+500	Derecho	19	6	74	64	36	24	16	10	0
6		K7+000	Izquierdo	18	6	90	76	46	30	20	4	0
7		K7+500	Derecho	18	6	78	68	40	30	16	10	0

8	K8+000	Izquierdo	19	6	74	62	38	28	20	10	0	
CORRECCIÓN DE LAS DEFLEXIONES												
PUNTO	ABSCISA	CARRIL	TEMPERATURA °C	ESPESOR ASFALTO (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA (X10-2) mm							Radio de curvatura
					D0	D25	D50	D100	D250	D500	D 800	
1	K4+500	Derecho	16	6	61.48	51.23	30.74	18.44	14.34	12.30	0.00	
2	K5+000	Izquierdo	15	6	78.35	65.98	41.24	24.74	16.49	6.19	0.00	
3	K5+500	Derecho	17	6	85.54	73.32	44.81	26.48	8.15	4.07	0.00	
4	K6+000	Izquierdo	18	6	83.00	68.83	40.49	28.34	18.22	4.05	0.00	
5	K6+500	Derecho	19	6	74.45	64.39	36.22	24.14	16.10	10.06	0.00	
6	K7+000	Izquierdo	18	6	91.09	76.92	46.56	30.36	20.24	4.05	0.00	
7	K7+500	Derecho	18	6	78.95	68.83	40.49	30.36	16.19	10.12	0.00	
8	K8+000	Izquierdo	19	6	74.45	62.37	38.23	28.17	20.12	10.06	0.00	
PUNTO	ABSCISA	CARRIL	TEMPERATURA °C	ESPESOR ASFALTO (cm)	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR ESTACIONALIDAD (X10-2) mm						Radio de curvatura	
					D0	D25	D50	D100	D250	D500		D800
1	K4+500	Derecho	16	6	73.77	61.48	36.89	22.13	17.21	14.75	0.00	254.17
2	K5+000	Izquierdo	15	6	94.02	79.18	49.48	29.69	19.79	7.42	0.00	210.50
3	K5+500	Derecho	17	6	102.65	87.98	53.77	31.77	9.78	4.89	0.00	213.11
4	K6+000	Izquierdo	18	6	99.60	82.59	48.58	34.01	21.86	4.86	0.00	183.78
5	K6+500	Derecho	19	6	89.34	77.26	43.46	28.97	19.32	12.07	0.00	258.85
6	K7+000	Izquierdo	18	6	109.31	92.31	55.87	36.44	24.29	4.86	0.00	183.78
7	K7+500	Derecho	18	6	94.74	82.59	48.58	36.44	19.43	12.15	0.00	257.29
8	K8+000	Izquierdo	19	6	89.34	74.85	45.88	33.80	24.14	12.07	0.00	215.71
	PROMEDIO (x 10-2 mm)				94.094							
	DESVIACIÓN ESTÁNDAR				10.65							
	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA (x 10-2 mm)				111.61							
	DEFLEXIÓN ADMISIBLE (x 10-2 mm)				383.80							
	DEFLEXIÓN CRÍTICA (x 10-2 mm)				303.37							

Anexo D-2; Deflexiones en cada punto medidas con la Viga Benkelman en la vía que va desde la intersección con La Troncal de la Sierra (E35) a la Comunidad Galte Chine Pungo, en el tramo KM 4+000 hasta KM 8+000

DEFLEXIONES													
N°	-D800	-D500	-D250	-D100	-D50	-D25	D0	D25	D50	D100	D250	D500	D800
1	0.00	14.75	17.21	22.13	36.89	61.48	73.77	61.48	36.89	22.13	17.21	14.75	0.00
2	0.00	7.42	19.79	29.69	49.48	79.18	94.02	79.18	49.48	29.69	19.79	7.42	0.00
3	0.00	4.89	9.78	31.77	53.77	87.98	102.65	87.98	53.77	31.77	9.78	4.89	0.00
4	0.00	4.86	21.86	34.01	48.58	82.59	99.60	82.59	48.58	34.01	21.86	4,86	0.00
5	0.00	12.07	19.32	28.97	43.46	77.26	89.34	77.26	43.46	28.97	19.32	12.07	0.00
6	0.00	4.86	24.29	36.44	55.87	92.31	10.,31	92.31	55.87	36.44	24.29	4.86	0.00
7	0.00	12.15	19.43	36.44	48.58	82.59	94.74	82.59	48.58	36.44	19.43	12.15	0.00
8	0.00	12.07	24.14	33.80	45.88	74.85	89.34	74.85	45.88	33.80	24.14	12.07	0.00

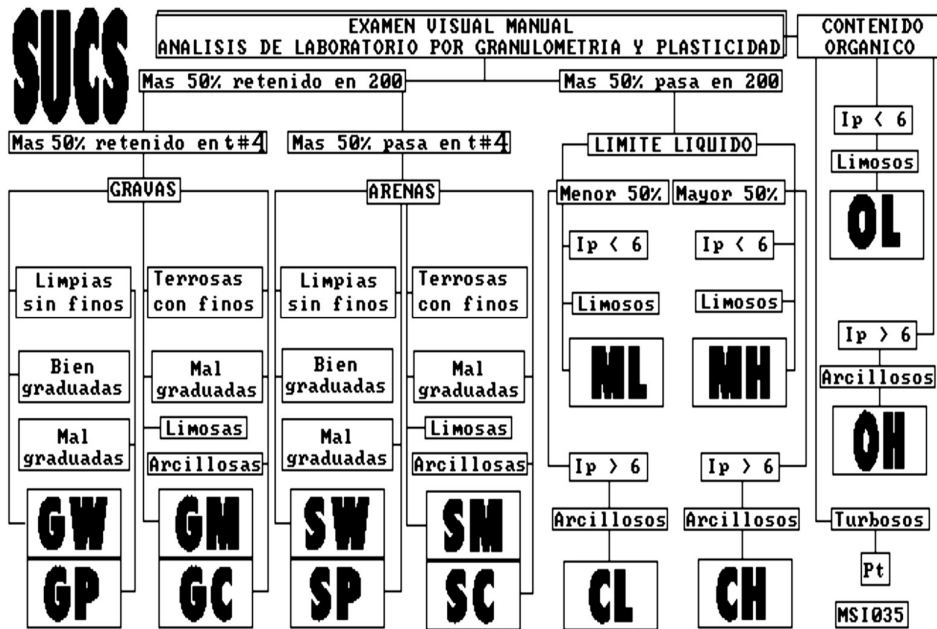




ANEXO E

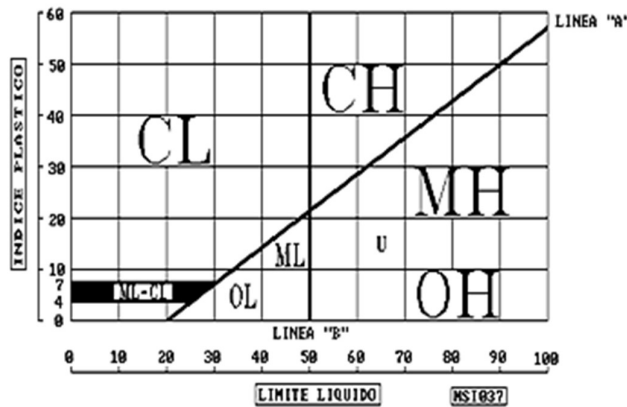
ENSAYOS DE SUELOS

Anexo E-1; Tablas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)



CARTA DE PLASTICIDAD DEL SUCS

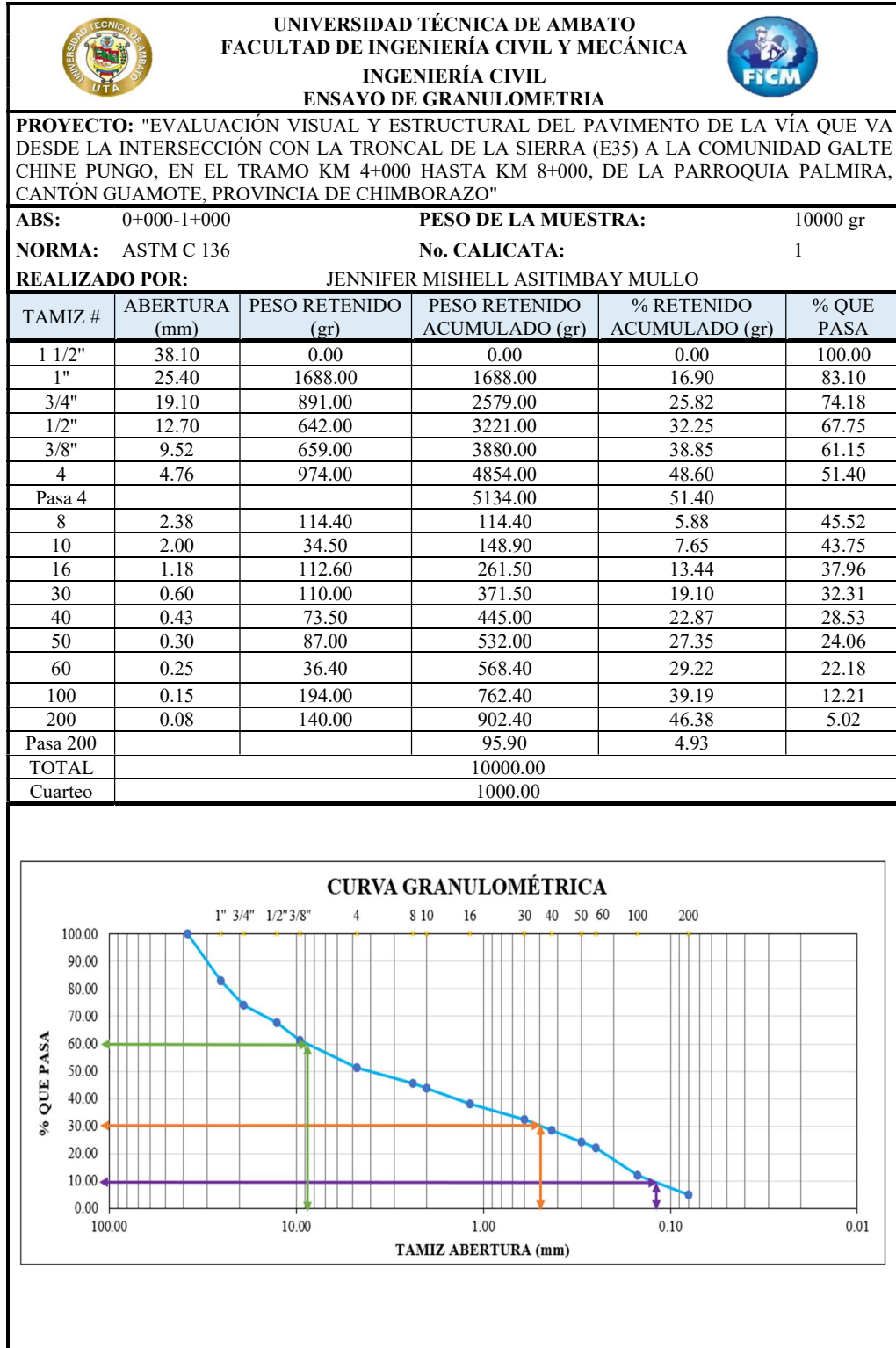
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS



Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil [30]



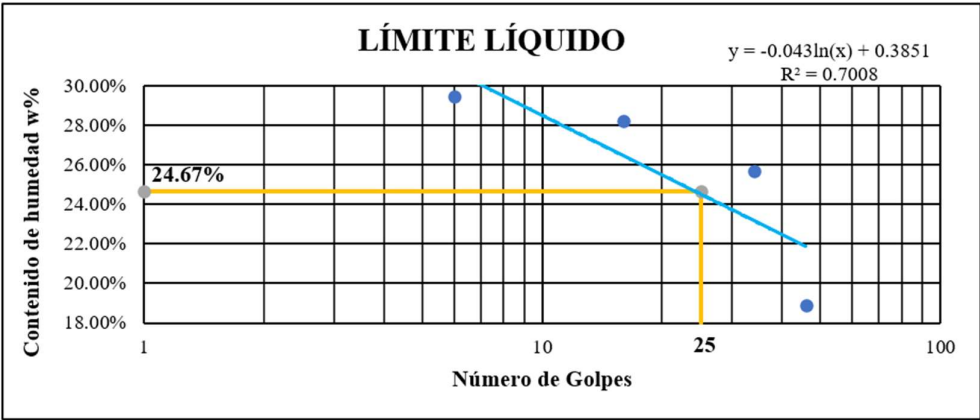
CALICATA N°1 SUBBASE

Anexo E-2; Granulometría de la Subbase – Calicata 1



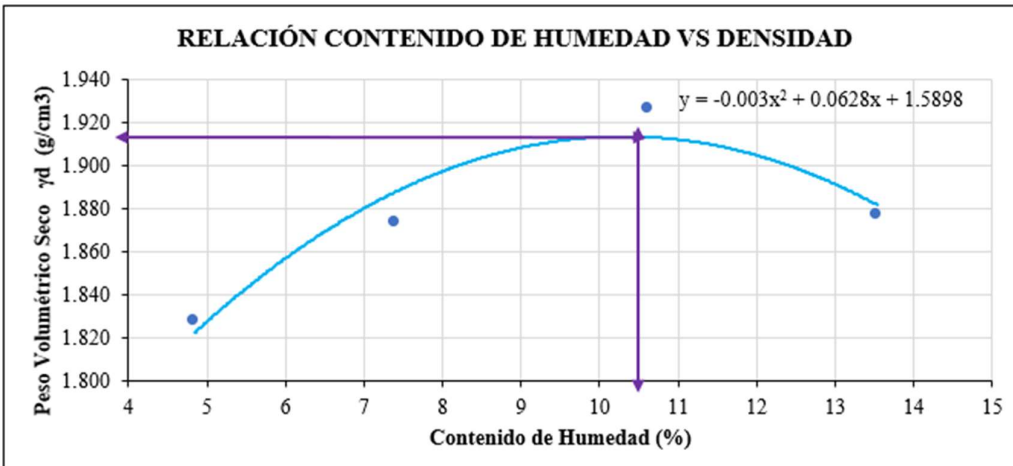


RESULTADOS				
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		PRORCENTAJE DE MATERIAL		
Tamaño Nominal Máximo TNM mm	25.400	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Efectivo D10mm	0.125			
Diámetro Equiparable D30mm	0.500			
Diámetro Dimensional D60 mm	8.500			
Coefficiente de Uniformidad Cu	68.000	48.60	46.38	5.02
Coefficiente de Curvatura Cc	0.235			



Anexo E-3; Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico de la Subbase – Calicata 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBEG						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 0+000-1+000		No. CALICATA: 1						
NORMA: ASTM D 4318								
REALIZADO POR:		JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1	6	17.114	15.130	8.365	1.984	6.765	0.293	29.44%
2		17.618	15.645	8.970	1.973	6.675	0.296	
3	16	14.713	13.299	8.347	1.414	4.952	0.286	28.19%
4		14.232	13.046	8.785	1.186	4.261	0.278	
5	34	14.260	13.059	8.361	1.201	4.698	0.256	25.70%
6		16.779	15.085	8.530	1.694	6.555	0.258	
7	46	15.094	14.230	8.808	0.864	5.422	0.159	18.88%
8		13.827	12.883	8.556	0.944	4.327	0.218	
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO $y = -0.043\ln(x) + 0.3851$ $R^2 = 0.7008$ </div> 								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio	
1	3.677	3.307	1.967	0.370	1.340	0.276	24.68%	
2	3.694	3.354	1.922	0.340	1.432	0.237		
3	3.927	3.510	1.953	0.417	1.557	0.268		
4	3.812	3.438	1.971	0.374	1.467	0.255		
5	3.799	3.499	1.980	0.300	1.519	0.197		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad				
24.67%		24.68%		0.00%				
CLASIFICACIÓN								
SISTEMA		SUCS		GP - GM baja plasticidad				

Anexo E-4; Proctor Modificado de la Subbase – Calicata 1

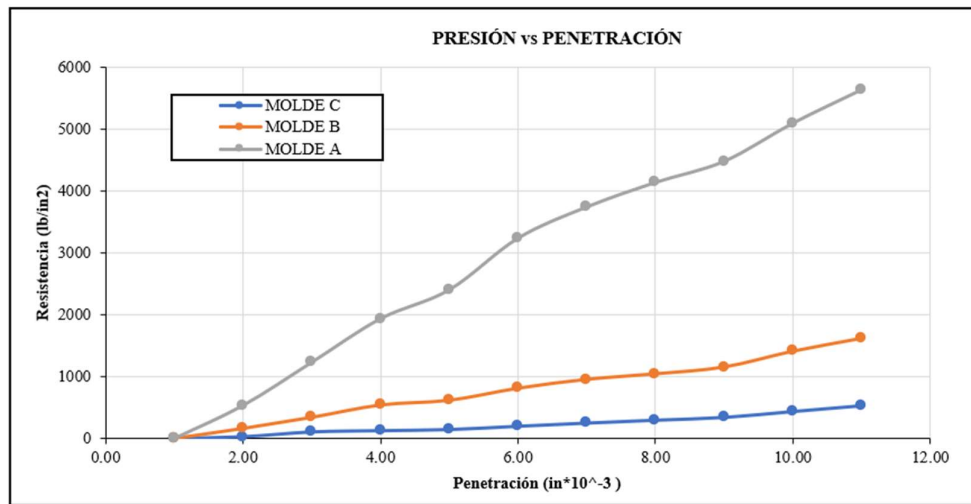
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 0+000 - 1+000		No. CALICATA: 1						
NORMA: ASTM D 1557 / AASHTO T 180		PROFUNDIDAD: 50 cm						
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO C								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	5415.8			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	2104.92			
Diámetro interno:	15.2	Altura:	11.6					
Peso Inicial Deseado:	5000	5000	5000	5000				
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayos	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	0	3	6	9				
Humedad en ml	0	150	300	450				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9449.2	9650.2	9900.6	9901.2				
Peso suelo húmedo [Wm] (gr)	4033.4	4234.4	4484.8	4485.4				
Peso unitario húmedo [γ_m] (gr/cm ³)	1.916	2.012	2.131	2.131				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente [Wr] (gr)	53.07	43.38	48.05	45.31	39.57	53.28	56.51	41.27
Peso húmedo + recipiente [Wm+Wr]	213.38	152.21	169.19	149.15	140.72	165.42	189.29	160.47
Peso muestra seca + recipiente [Ws+Wr]	205.91	147.24	160.61	142.21	131.21	154.45	173.52	146.22
Peso de la muestra seca [Ws] (gr)	152.84	103.86	112.56	96.90	91.64	101.17	117.01	104.95
Peso del agua [Wm] (gr)	7.47	4.97	8.58	6.94	9.51	10.97	15.77	14.25
Contenido de humedad [W%]	4.89	4.79	7.62	7.16	10.38	10.84	13.48	13.58
Contenido de humedad promedio [W%]	4.84		7.39		10.61		13.53	
Peso Unitario Seco [γ_d] (gr/cm³)	1.828		1.873		1.926		1.877	
RESULTADOS								
Contenido de humedad óptimo (%)			10.5					
Densidad seca máxima (gr/cm ³)			1.918					
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD								
								

Anexo E-5; CBR de la Subbase – Calicata 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"						
ABS: 0+000 - 1+000		No. CALICATA: 1				
NORMA: ASTM D 1883 / AASHTO T 193-63		PROFUNDIDAD: 50		cm		
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
ENSAYO DE CBR						
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.918	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	10.50	%
Altura de Caída	18	in				
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	11057.2		10752.2		10432.2	
Peso Molde (gr)	6458.4		6431		6419.6	
Peso de Muestra Húmeda (gr)	4598.8		4321.2		4012.6	
Volumen Muestra (cm ³)	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	2.233		2.098		1.948	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	165.01	154.55	205.43	180.56	192.16	160.21
Masa suelo seco + recipiente (gr)	151.11	142.81	189.42	165.85	177.56	148.21
Masa de agua (gr)	13.90	11.74	16.01	14.71	14.60	12.00
Masa del recipiente	42.75	50.48	52.88	42.86	53.01	45.92
Masa suelo seco (gr)	108.36	92.33	136.54	122.99	124.55	102.29
Contenido de humedad W%	12.83	12.72	11.73	11.96	11.72	11.73
Promedio W%	12.77		11.84		11.73	
Peso unitario seco γ_d (gr/cm ³)	1.980		1.876		1.744	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	10825.2		10666.4		10538.6	
Peso Molde	6458.4		6431		6419.6	
Peso de Muestra Húmeda	4366.8		4235.4		4119	
Volumen Muestra	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m	2.120		2.057		2.000	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	216.61	180.27	211.70	173.69	247.65	120.41
Masa suelo seco + recipiente (gr)	189.56	159.21	182.56	150.21	213.56	107.21
Masa de agua (gr)	27.05	21.06	29.14	23.48	34.09	13.20
Masa del recipiente	41.42	43.38	46.79	42.43	55.23	45.92
Masa suelo seco (gr)	148.14	115.83	135.77	107.78	158.33	61.29
Contenido de humedad W%	18.26	18.18	21.46	21.79	21.53	21.54
Promedio W%	18.22		21.62		21.53	
ENSAYO ESFUERZO vs PENETRACIÓN						
Área Pistón	3 in ²	Velocidad de carga		1.27 mm/min (0.05 in/min)		
MOLDE	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
	0.000	0	0.00	0	0.00	0

0.025	533.5	177.85	161.4	53.80	26.9	8.97
0.050	1230.7	410.25	340.8	113.58	105.4	35.12
0.075	1934.7	644.89	540.3	180.09	125.5	41.85
0.100	2401.0	800.32	616.5	205.50	143.5	47.83
0.150	3234.9	1078.31	811.5	270.51	197.3	65.76
0.200	3739.3	1246.44	955.0	318.34	248.8	82.95
0.250	4136.1	1378.71	1044.7	348.23	295.9	98.64
0.300	4476.9	1492.29	1154.5	384.84	340.8	113.58
0.400	5093.4	1697.79	1410.1	470.03	437.2	145.72
0.500	5633.6	1877.88	1618.6	539.53	531.3	177.10

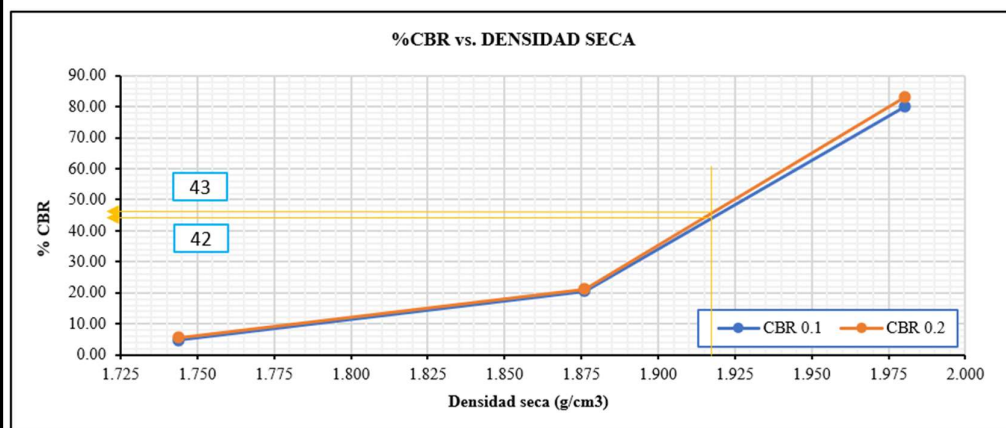
GRÁFICA DEL ENSAYO DE ESFUERZO vs PENETRACIÓN



CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión	CBR 0.1	Densidad	Presión	CBR 0.2	Densidad
	(lb/in²)	(in)	Seca	(lb/in²)	(in)	Seca
A	800.32	80.03	1.980	1246.44	83.10	1.980
B	205.50	20.55	1.876	318.34	21.22	1.876
C	47.83	4.78	1.744	82.95	5.53	1.744



GRÁFICA DEL CBR vs DENSIDAD SECA



CBR AL 100% yd

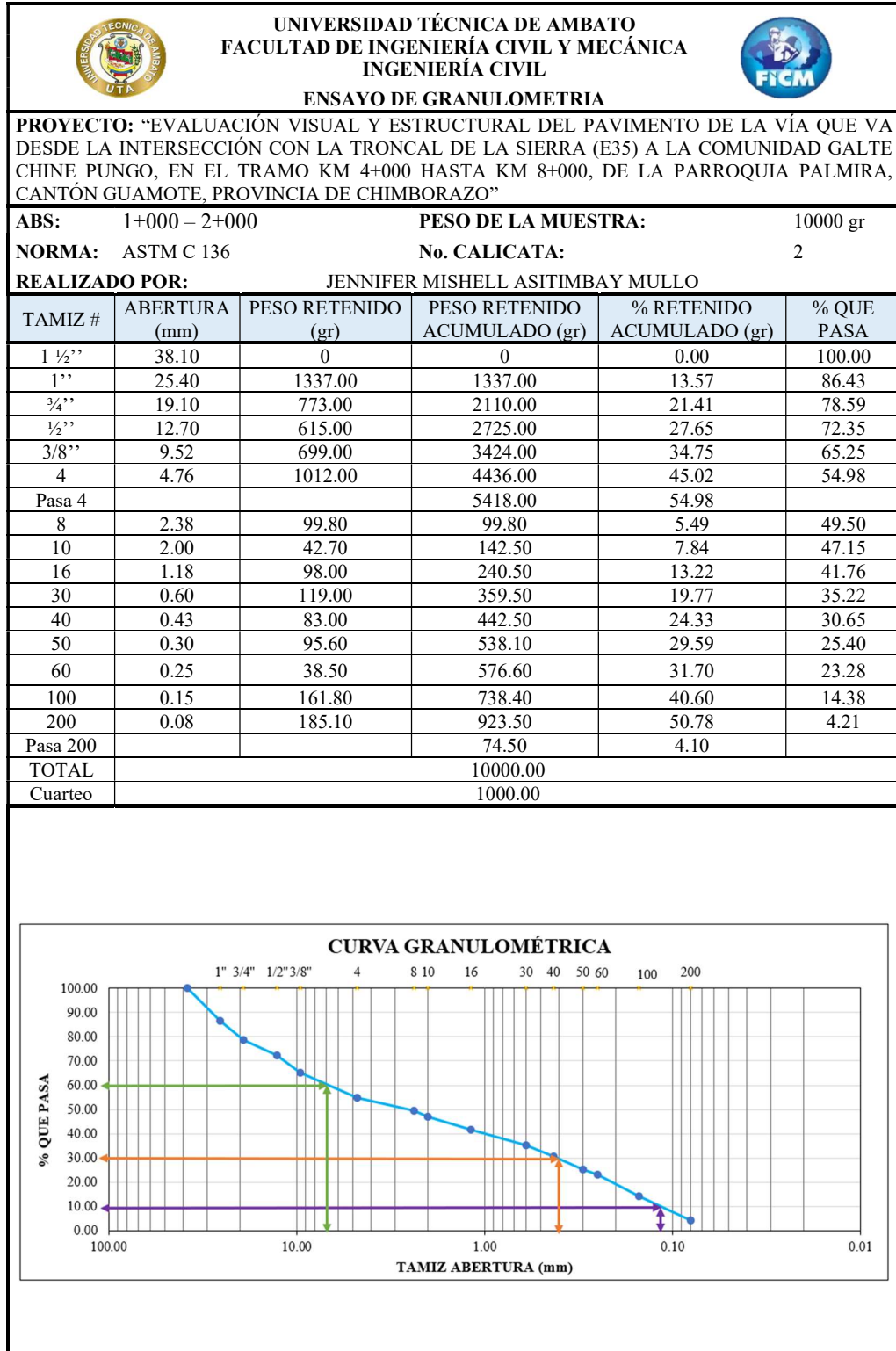
Densidad seca máxima (gr/cm³)		1.918		
DSM		% CBR 0.1 in	% CBR 0.2 in	% CBR mayor
100%	1.918	42	43	43

Anexo E-6; Abrasión de la Subbase – Calicata 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE ABRASIÓN MÉTODO A 			
PROYECTO: “EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”			
ABS:	0+000 – 1+000	No. CALICATA:	1
NORMA:	ASTM C 131	PESO DE LA MUESTRA:	5000 gr
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
N° de esferas	12	N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15		
CANTIDAD DE MATERIAL			
	TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)
	1’’	25.4	1272
	¾’’	19.1	1275
	½’’	12.7	1260
	3/8’’	9.52	1260
	TOTAL		5067
RESULTADOS			
	TAMIZ #	ABETURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)
	12	1.68	3384
	% ABRASIÓN	33.21%	



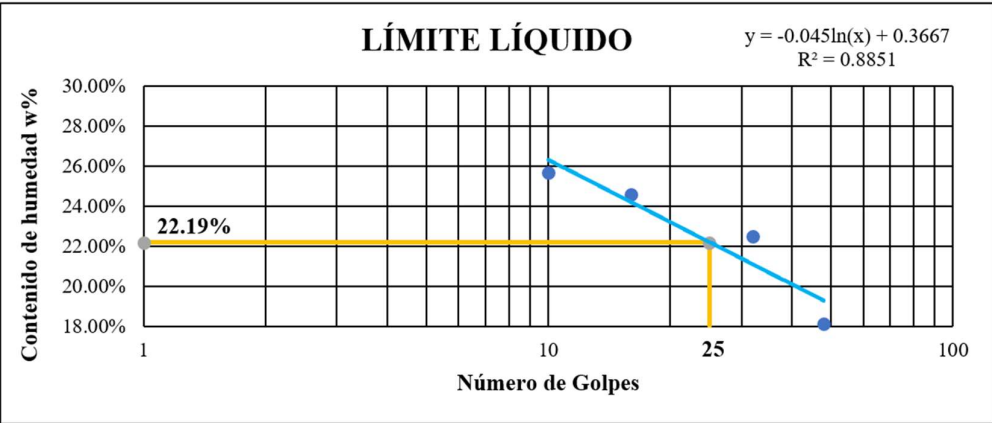
CALICATA N°2 SUBBASE

Anexo E-7; Granulometría de la Subbase – Calicata 2



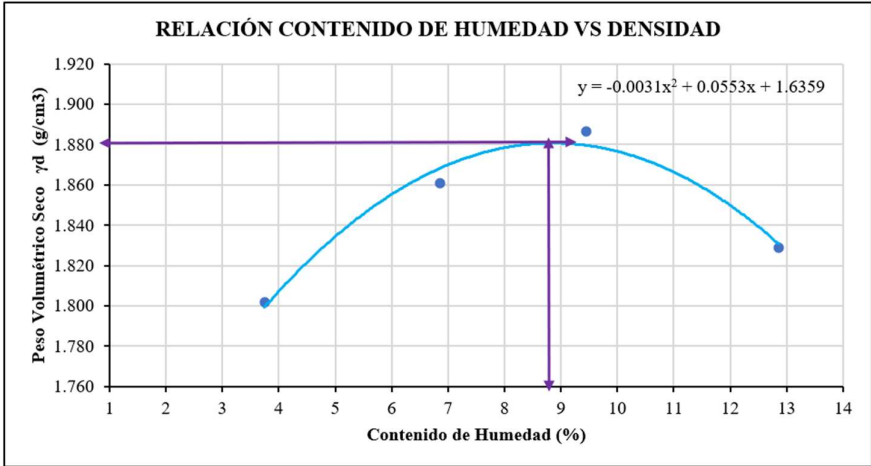


RESULTADOS				
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		PRORCENTAJE DE MATERIAL		
Tamaño Nominal Máximo TNM mm	25.400	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Efectivo D10mm	0.113			
Diámetro Equiparable D30mm	0.400			
Diámetro Dimensional D60 mm	7.000			
Coefficiente de Uniformidad Cu	62.222	45.02	50.78	4.21
Coefficiente de Curvatura Cc	0.203			

Anexo E-8; Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico de la Subbase – Calicata 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBEG								
PROYECTO: “EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”								
ABS: 1+000-2+000		No. CALICATA: 2						
NORMA: ASTM D 4318		REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1	10	19.551	17.202	8.081	2.349	9.121	0.258	25.70%
2		21.281	18.534	7.821	2.747	10.713	0.256	
3	16	16.940	15.157	7.918	1.783	7.239	0.246	24.60%
4		17.968	16.111	8.552	1.857	7.559	0.246	
5	32	15.768	14.310	7.816	1.458	6.494	0.225	22.51%
6		14.926	13.680	8.159	1.246	5.521	0.226	
7	48	14.410	13.406	8.034	1.004	5.372	0.187	18.13%
8		14.197	13.332	8.408	0.865	4.924	0.176	
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div> <div style="text-align: right;"> $y = -0.045\ln(x) + 0.3667$ $R^2 = 0.8851$ </div> 								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio	
1	3.715	3.426	1.958	0.289	1.468	0.197	22.24%	
2	3.408	3.145	2.003	0.263	1.142	0.230		
3	3.462	3.190	1.969	0.272	1.221	0.223		
4	3.101	2.900	1.993	0.201	0.907	0.222		
5	3.590	3.278	1.980	0.312	1.298	0.240		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad				
22.19%		22.24%		0.00%				
CLASIFICACIÓN								
SISTEMA		SUCS		SP				

Anexo E-9; Proctor Modificado de la Subbase – Calicata 2

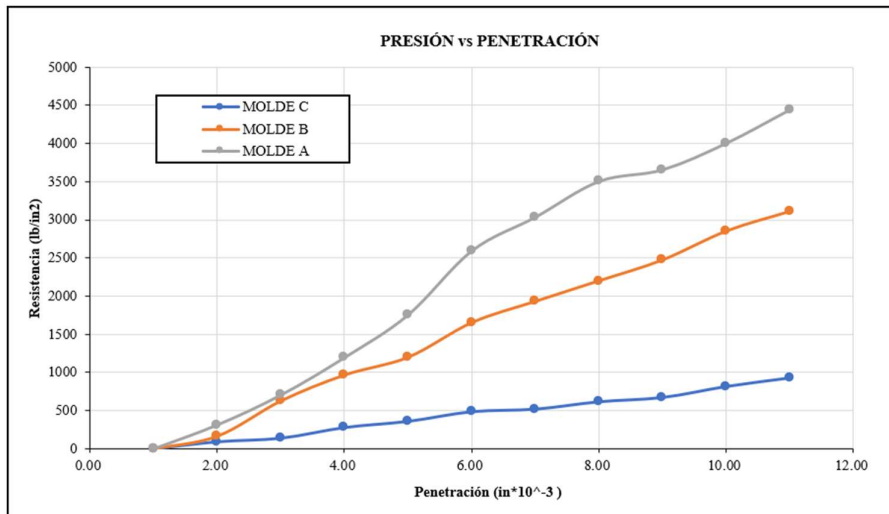
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: “EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”								
ABS: 1+000 – 2+000		No. CALICATA: 2						
NORMA: ASTM D 1557 / AASHTO T 180		PROFUNDIDAD: 50 cm						
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO C								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18”	Peso del Molde:	5415.8			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	2104.92			
Diámetro interno:	15.2	Altura:	11.6					
Peso Inicial Deseado:	5000	5000	5000	5000				
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayos	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	0	3	6	9				
Humedad en ml	0	150	300	450				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9350.1	9601.2	9762.3	9760.2				
Peso suelo húmedo [Wm] (gr)	3934.3	4185.4	4346.5	4344.4				
Peso unitario húmedo [γ_m] (gr/cm ³)	1.869	1.988	2.065	2.064				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente [Wr] (gr)	42.43	45.10	46.88	56.47	48.05	39.25	45.78	41.38
Peso húmedo + recipiente [Wm+Wr]	178.51	171.25	172.44	180.21	171.16	160.85	186.30	163.80
Peso muestra seca + recipiente [Ws+Wr]	173.42	166.85	164.45	172.21	160.21	150.67	170.21	149.92
Peso de la muestra seca [Ws] (gr)	130.99	121.75	117.57	115.74	112.16	111.42	124.43	108.54
Peso del agua [Wm] (gr)	5.09	4.40	7.99	8.00	10.95	10.18	16.09	13.88
Contenido de humedad [W%]	3.89	3.61	6.80	6.91	9.76	9.14	12.93	12.79
Contenido de humedad promedio [W%]	3.75		6.85		9.45		12.86	
Peso Unitario Seco [γ_d] (gr/cm³)	1.802		1.861		1.887		1.829	
RESULTADOS								
Contenido de humedad óptimo (%)			8.8					
Densidad seca máxima (gr/cm ³)			1.880					
<p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								

Anexo E-10; CBR de la Subbase – Calicata 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: “EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”						
ABS: 1+000 – 2+000		No. CALICATA: 2				
NORMA: ASTM D 1883 / AASHTO T 193-63		PROFUNDIDAD: 50		cm		
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
ENSAYO DE CBR						
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.880	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	8.80	%
Altura de Caída	18	in				
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	10974		10838.2		10456.2	
Peso Molde (gr)	6395.8		6374.2		6375.2	
Peso de Muestra Húmeda (gr)	4578.2		4464		4081	
Volumen Muestra (cm ³)	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	2.223		2.168		1.982	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	217.97	152.21	211.78	191.39	219.11	154.99
Masa suelo seco + recipiente (gr)	202.37	138.52	197.23	172.85	202.85	142.31
Masa de agua (gr)	15.60	13.69	14.55	18.54	16.26	12.68
Masa del recipiente	93.24	43.38	93.66	43.01	87.58	53.09
Masa suelo seco (gr)	109.13	95.14	103.57	129.84	115.27	89.22
Contenido de humedad W%	14.29	14.39	14.05	14.28	14.11	14.21
Promedio W%	14.34		14.16		14.16	
Peso unitario seco γ_d (gr/cm ³)	1.944		1.899		1.736	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	10987.2		10892.2		10699.1	
Peso Molde	6395.8		6374.2		6375.2	
Peso de Muestra Húmeda	4591.4		4518		4323.9	
Volumen Muestra	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m	2.229		2.194		2.100	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	214.24	174.03	248.47	183.81	224.60	118.56
Masa suelo seco + recipiente (gr)	189.62	157.11	216.98	164.44	191.46	105.16
Masa de agua (gr)	24.62	16.92	31.49	19.37	33.14	13.40
Masa del recipiente	41.41	52.92	55.22	65.11	45.76	46.50
Masa suelo seco (gr)	148.21	104.19	161.76	99.33	145.70	58.66
Contenido de humedad W%	16.61	16.24	19.47	19.50	22.75	22.84
Promedio W%	16.43		19.48		22.79	
ENSAYO ESFUERZO vs PENETRACIÓN						
Área Pistón	3 in ²	Velocidad de carga		1.27 mm/min (0.05 in/min)		
MOLDE	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
	0.000	0	0.00	0	0.00	0

0.025	313.9	104.62	165.9	55.30	91.9	30.64
0.050	706.2	235.39	627.7	209.23	139.0	46.33
0.075	1197.1	399.04	966.2	322.07	278.0	92.66
0.100	1757.6	585.86	1199.4	399.79	358.7	119.56
0.150	2596.0	865.33	1652.2	550.74	484.2	161.41
0.200	3037.6	1012.55	1930.2	643.40	517.9	172.62
0.250	3506.2	1168.73	2199.2	733.07	614.3	204.75
0.300	3658.6	1219.54	2472.7	824.24	670.3	223.43
0.400	4006.1	1335.37	2849.3	949.78	813.8	271.26
0.500	4445.5	1481.83	3107.1	1035.71	925.9	308.62

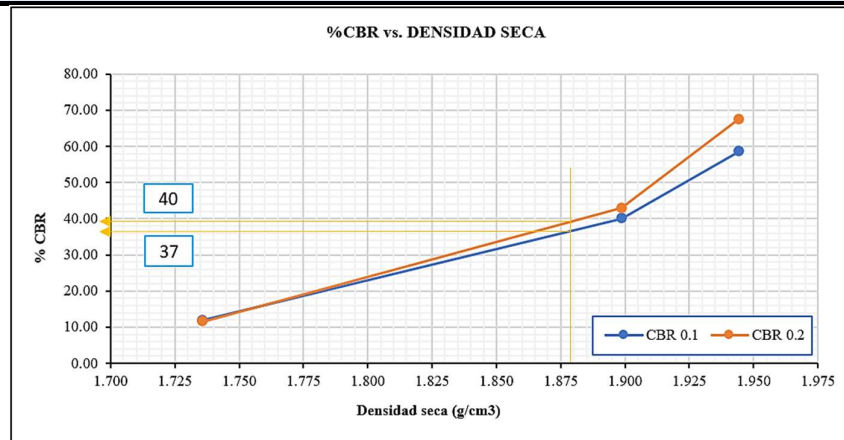
GRÁFICA DEL ENSAYO DE ESFUERZO vs PENETRACIÓN



CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión	CBR 0.1	Densidad	Presión	CBR 0.2	Densidad
	(lb/in²)	(in)	Seca	(lb/in²)	(in)	Seca
A	585.86	58.59	1.944	1012.55	67.50	1.944
B	399.79	39.98	1.899	643.40	42.89	1.899
C	119.56	11.96	1.736	172.62	11.51	1.736

GRÁFICA DEL CBR vs DENSIDAD SECA



CBR AL 100% yd

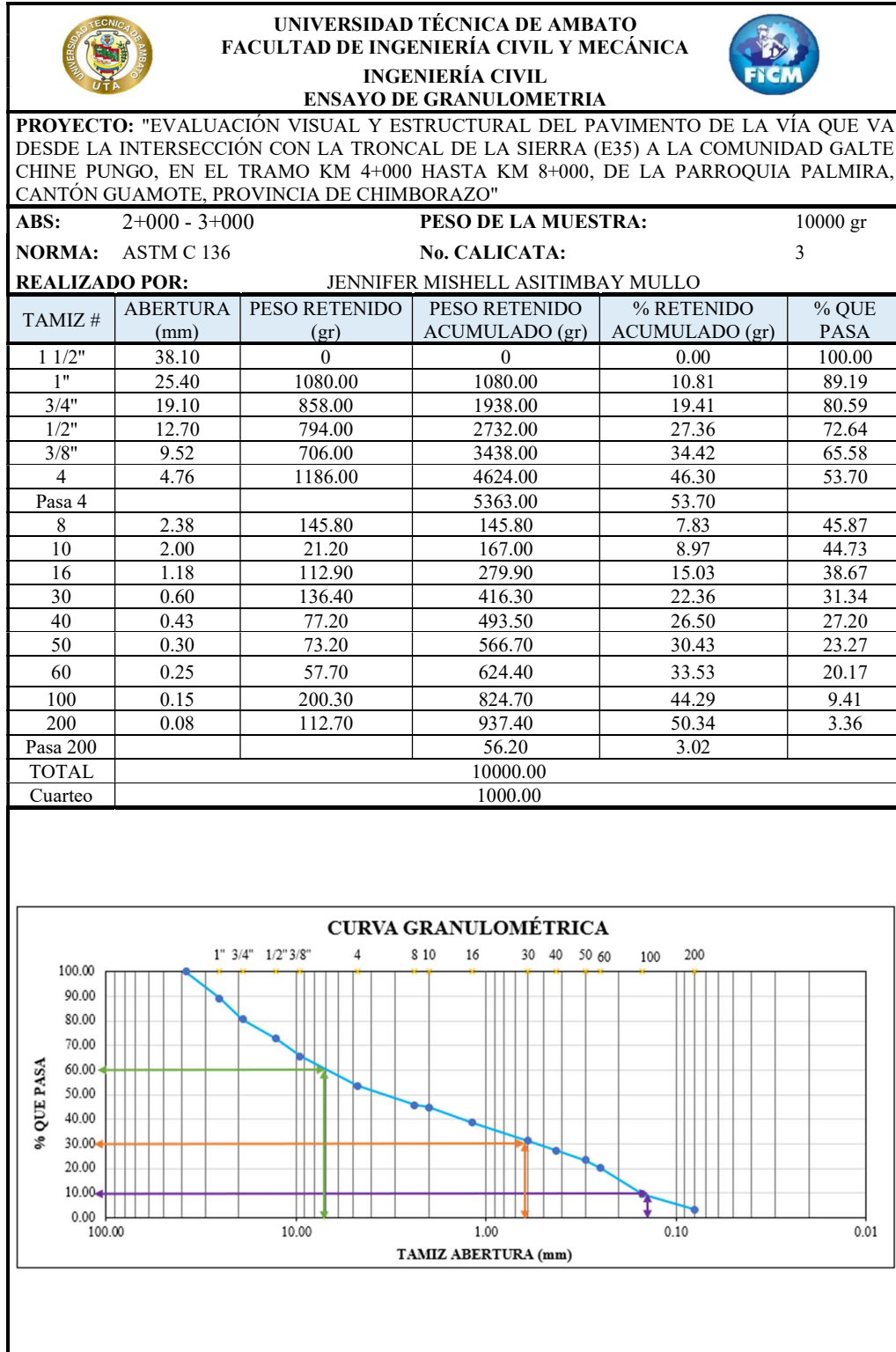
Densidad seca máxima (gr/cm³)		1.880		
DSM		% CBR 0.1 in	% CBR 0.2 in	% CBR mayor
100%	1.880	37	40	40

Anexo E-11; Abrasión de la Subbase – Calicata 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE ABRASIÓN MÉTODO A 			
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"			
ABS:	1+000 - 2+000	No. CALICATA:	2
NORMA:	ASTM C 131	PESO DE LA MUESTRA:	5000 gr
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
N° de esferas	12	N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15		
CANTIDAD DE MATERIAL			
	TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)
	1"	25.4	1275
	3/4"	19.1	1275
	1/2"	12.7	1260
	3/8"	9.52	1260
	TOTAL		5070
RESULTADOS			
	TAMIZ #	ABETURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)
	12	1.68	3329
	% ABRASIÓN	34.34%	



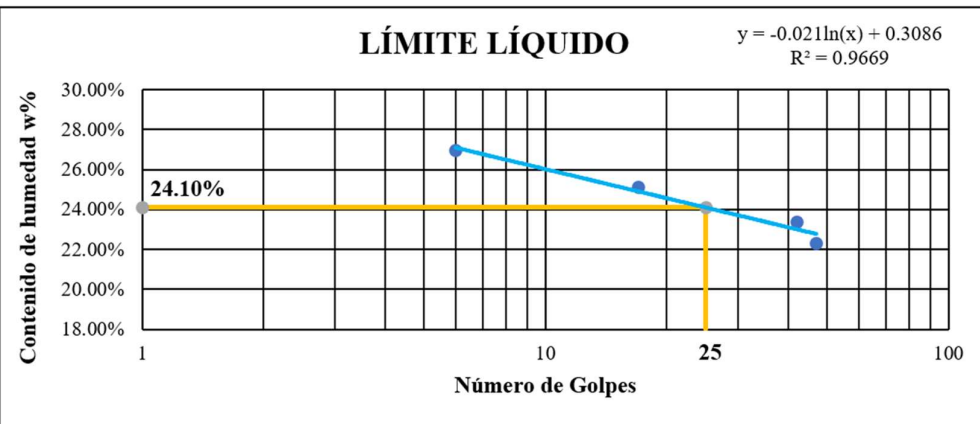
CALICATA N°3 SUBBASE

Anexo E-12; Granulometría de la Subbase – Calicata 3



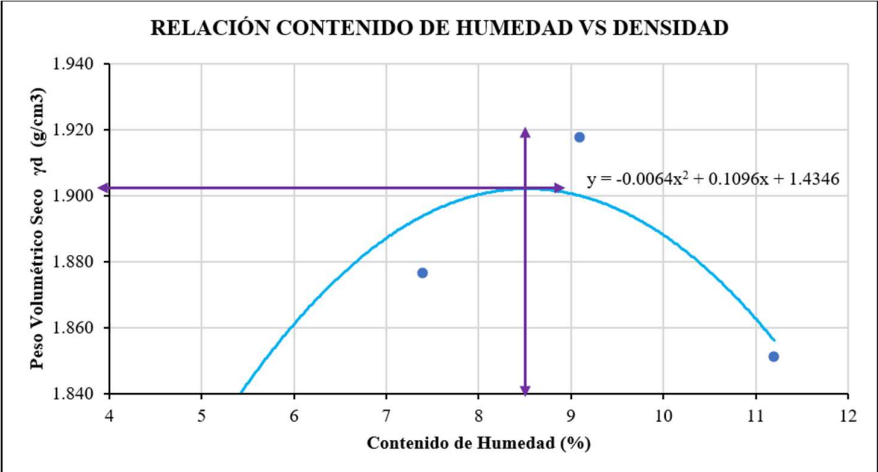


RESULTADOS				
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		PRORCENTAJE DE MATERIAL		
Tamaño Nominal Máximo TNM mm	25.400	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Efectivo D10mm	0.150			
Diámetro Equiparable D30mm	0.560			
Diámetro Dimensional D60 mm	6.800	46.30	50.34	3.36
Coefficiente de Uniformidad Cu	45.333			
Coefficiente de Curvatura Cc	0.307			



Anexo E-13; Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico de la Subbase – Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBEG								
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 2+000-3+000		No. CALICATA: 3						
NORMA: ASTM D 4318		REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1	7	11.007	9.093	2.096	1.914	6.997	0.274	26.96%
2		10.685	8.860	1.992	1.825	6.868	0.266	
3	17	12.905	10.722	2.066	2.183	8.656	0.252	25.14%
4		13.777	11.421	2.016	2.356	9.405	0.251	
5	42	14.797	13.313	6.946	1.484	6.367	0.233	23.37%
6		14.965	13.543	7.477	1.422	6.066	0.234	
7	47	14.734	13.421	7.424	1.313	5.997	0.219	22.31%
8		16.084	14.525	7.667	1.559	6.858	0.227	
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div> <div style="text-align: right;"> $y = -0.021\ln(x) + 0.3086$ $R^2 = 0.9669$ </div>  <p>The chart plots 'Contenido de humedad w%' on the y-axis (18.00% to 30.00%) against 'Número de Golpes' on the x-axis (1 to 100). A blue flow curve is shown with data points. A horizontal yellow line is drawn at 24.10% moisture content, which intersects the flow curve at 25 blows. A vertical yellow line is also drawn at 25 blows.</p>								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio	
1	3.991	3.601	1.956	0.390	1.645	0.237	24.19%	
2	3.422	3.190	2.005	0.232	1.185	0.196		
3	3.313	3.044	2.011	0.269	1.033	0.260		
4	3.683	3.365	2.081	0.318	1.284	0.248		
5	3.764	3.385	1.975	0.379	1.410	0.269		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad				
24.10%		24.19%		0.00%				
CLASIFICACIÓN								
SISTEMA		SUCS		SP				

Anexo E-14; Proctor Modificado de la Subbase – Calicata 3

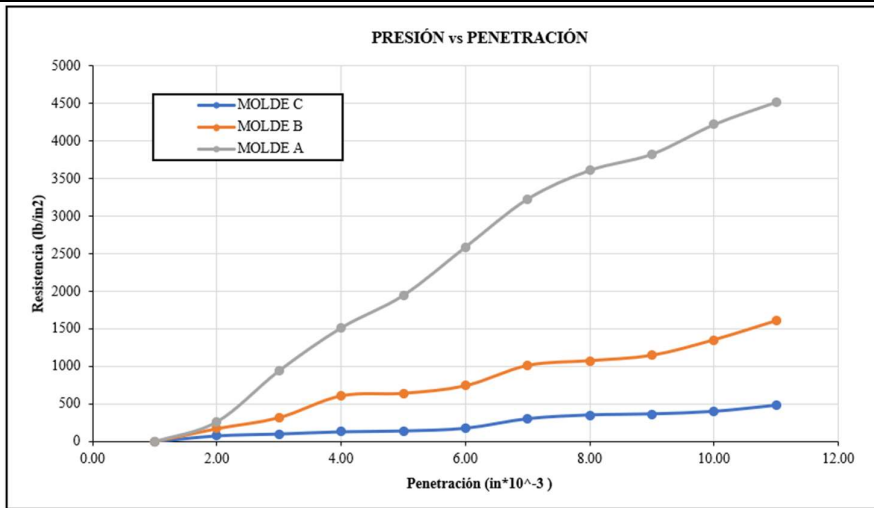
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 2+000 - 3+000		No. CALICATA: 3						
NORMA: ASTM D 1557 / AASHTO T 180		PROFUNDIDAD: 50 cm						
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO C								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	5415.8			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	2104.92			
Diámetro interno:	15.2	Altura:	11.6					
Peso Inicial Deseado:	5000	5000	5000	5000				
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayos	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	0	3	6	9				
Humedad en ml	0	150	300	450				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9486.5	9657.5	9818.9	9748.5				
Peso suelo húmedo [Wm] (gr)	4070.7	4241.7	4403.1	4332.7				
Peso unitario húmedo [γ_m] (gr/cm ³)	1.934	2.015	2.092	2.058				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente [Wr] (gr)	48.05	45.31	39.57	53.28	42.43	45.10	45.78	41.38
Peso húmedo + recipiente [Wm+Wr]	174.73	192.82	177.85	185.32	136.13	175.91	191.29	158.38
Peso muestra seca + recipiente [Ws+Wr]	167.26	186.85	168.17	176.38	127.67	165.94	178.52	145.13
Peso de la muestra seca [Ws] (gr)	119.21	141.54	128.60	123.10	85.24	120.84	132.74	103.75
Peso del agua [Wm] (gr)	7.47	5.97	9.68	8.94	8.46	9.97	12.77	13.25
Contenido de humedad [W%]	6.27	4.22	7.53	7.26	9.92	8.25	9.62	12.77
Contenido de humedad promedio [W%]	5.24		7.39		9.09		11.20	
Peso Unitario Seco [γ_d] (gr/cm³)	1.838		1.876		1.918		1.851	
RESULTADOS								
Contenido de humedad óptimo (%)			8.5					
Densidad seca máxima (gr/cm ³)			1.901					
<p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								

Anexo E-15; CBR de la Subbase – Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"						
ABS: 2+000 - 3+000		No. CALICATA: 3				
NORMA: ASTM D 1883 / AASHTO T 193-63		PROFUNDIDAD: 50		cm		
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
ENSAYO DE CBR						
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.901	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	8.50	%
Altura de Caída	18	in				
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	11034.6		10752.1		10532.2	
Peso Molde (gr)	6458.4		6431		6419.6	
Peso de Muestra Húmeda (gr)	4576.2		4321.1		4112.6	
Volumen Muestra (cm ³)	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	2.222		2.098		1.997	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	165.01	154.55	205.43	180.56	192.16	160.21
Masa suelo seco + recipiente (gr)	151.11	142.81	189.42	165.85	177.56	148.21
Masa de agua (gr)	13.90	11.74	16.01	14.71	14.60	12.00
Masa del recipiente	42.75	50.48	52.88	42.86	53.01	45.92
Masa suelo seco (gr)	108.36	92.33	136.54	122.99	124.55	102.29
Contenido de humedad W%	12.83	12.72	11.73	11.96	11.72	11.73
Promedio W%	12.77		11.84		11.73	
Peso unitario seco γ_d (gr/cm ³)	1.970		1.876		1.787	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	10678.6		10823.4		10578.2	
Peso Molde	6458.4		6431		6419.6	
Peso de Muestra Húmeda	4220.2		4392.4		4158.6	
Volumen Muestra	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m	2.049		2.133		2.019	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	226.71	183.64	198.83	139.69	221.87	138.12
Masa suelo seco + recipiente (gr)	196.75	159.21	179.92	119.98	201.46	117.87
Masa de agua (gr)	29.96	24.43	18.91	19.71	20.41	20.25
Masa del recipiente	41.42	43.38	46.79	42.43	55.23	45.92
Masa suelo seco (gr)	155.33	115.83	133.13	77.55	146.23	71.95
Contenido de humedad W%	19.29	21.09	14.20	25.42	13.96	28.14
Promedio W%	20.19		19.81		21.05	
ENSAYO ESFUERZO vs PENETRACIÓN						
Área Pistón	3 in ²	Velocidad de carga		1.27 mm/min (0.05in/min)		
MOLDE	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
	0.000	0	0.00	0	0.00	0

0.025	264.5	88.18	172.6	57.54	76.2	25.41
0.050	943.8	314.60	318.3	106.11	100.9	33.63
0.075	1515.5	505.15	607.5	202.51	130.0	43.34
0.100	1948.1	649.37	641.2	213.72	141.2	47.08
0.150	2591.5	863.84	742.0	247.35	177.1	59.03
0.200	3230.4	1076.81	1011.1	337.02	302.6	100.88
0.250	3611.5	1203.85	1073.8	357.94	352.0	117.32
0.300	3826.8	1275.58	1145.6	381.85	365.4	121.80
0.400	4221.3	1407.10	1351.8	450.60	399.0	133.01
0.500	4519.5	1506.49	1605.1	535.04	479.7	159.92

GRÁFICA DEL ENSAYO DE ESFUERZO vs PENETRACIÓN



CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión	CBR 0.1	Densidad	Presión	CBR 0.2	Densidad
	(lb/in²)	(in)	Seca	(lb/in²)	(in)	Seca
A	649.37	64.94	1.970	1076.81	71.79	1.970
B	213.72	21.37	1.876	337.02	22.47	1.876
C	47.08	4.71	1.787	100.88	6.73	1.787

GRÁFICA DEL CBR vs DENSIDAD SECA



CBR AL 100% yd

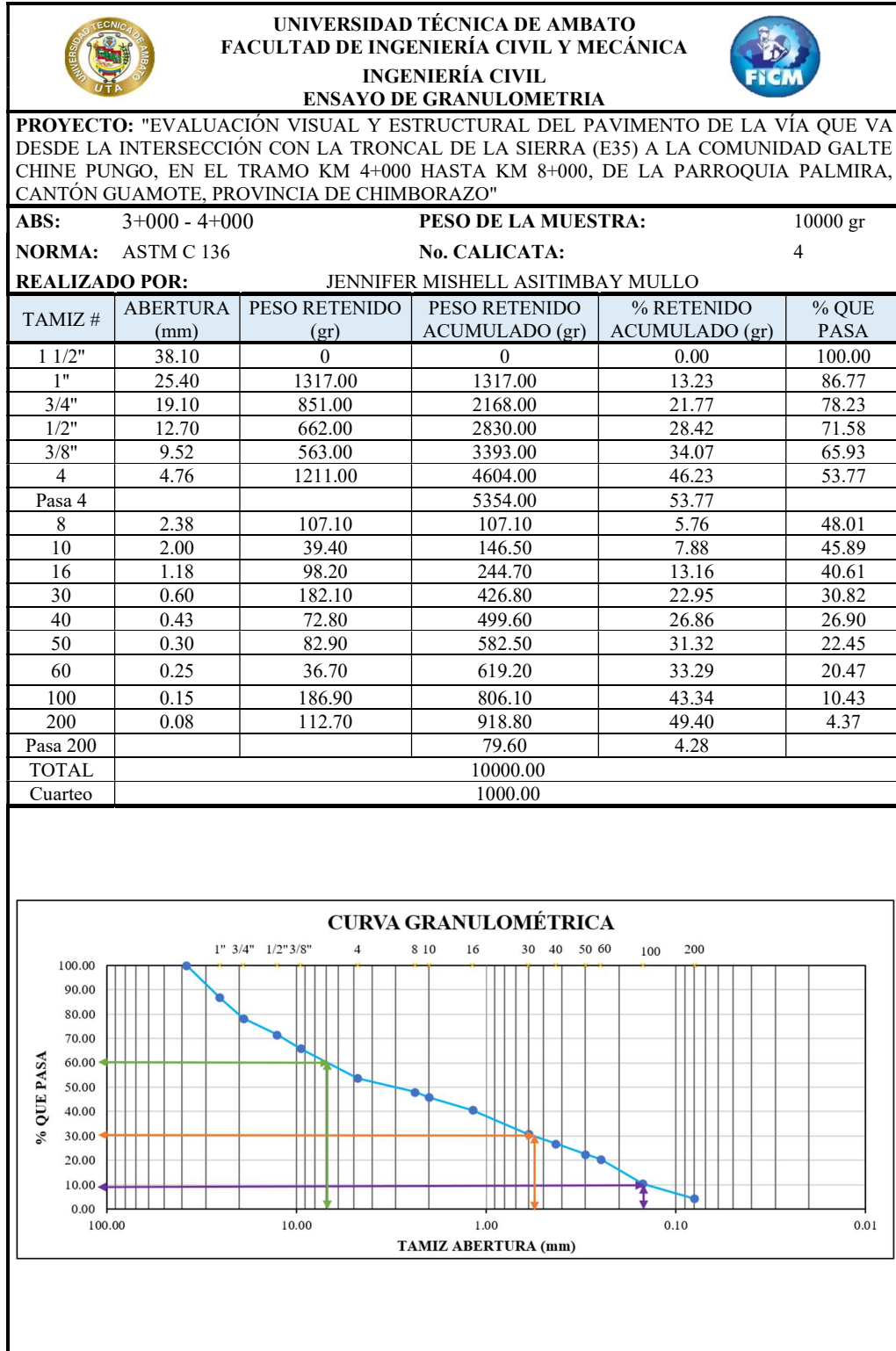
Densidad seca máxima (gr/cm³)		1. 901		
DSM		% CBR 0.1 in	% CBR 0.2 in	% CBR mayor
100%	1. 901	33	36	36

Anexo E-16; Abrasión de la Subbase – Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE ABRASIÓN MÉTODO A 			
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"			
ABS:	2+000 - 3+000	No. CALICATA:	3
NORMA:	ASTM C 131	PESO DE LA MUESTRA:	5000 gr
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
N° de esferas	12	N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15		
CANTIDAD DE MATERIAL			
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	
1"	25.4	1271	
3/4"	19.1	1272	
1/2"	12.7	1260	
3/8"	9.52	1260	
TOTAL		5063	
RESULTADOS			
TAMIZ #	ABETURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	
12	1.68	3044	
% ABRASIÓN	39.88%		



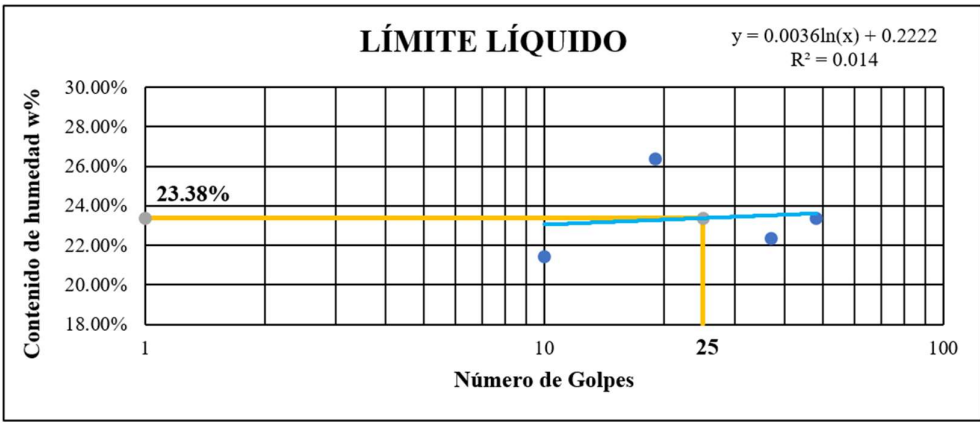
CALICATA N°4 SUBBASE

Anexo E-17; Granulometría de la Subbase – Calicata 4



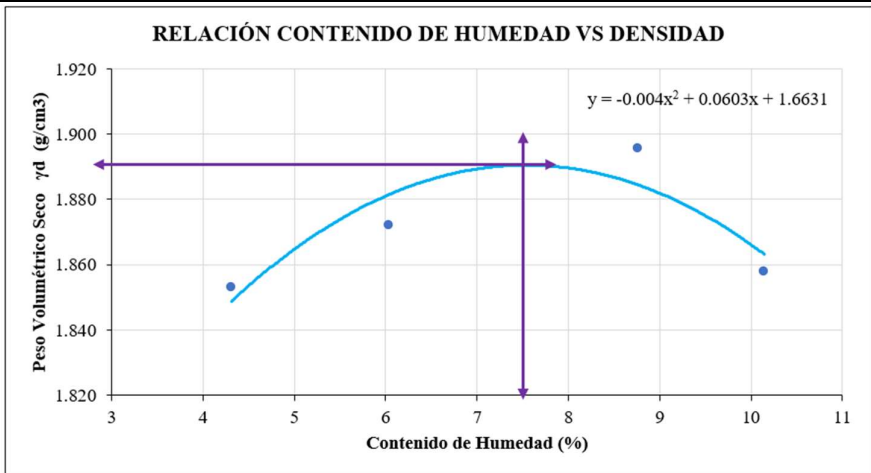


RESULTADOS				
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		PRORCENTAJE DE MATERIAL		
Tamaño Nominal Máximo TNM mm	25.400	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Efectivo D10mm	0.150			
Diámetro Equiparable D30mm	0.550			
Diámetro Dimensional D60 mm	7.000	46.23	49.40	4.37
Coefficiente de Uniformidad Cu	46.667			
Coefficiente de Curvatura Cc	0.288			



Anexo E-18; Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico de la Subbase – Calicata 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBEG								
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 3+000 - 4+000		No. CALICATA: 4						
NORMA: ASTM D 4318								
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1	10	9.332	8.080	1.931	1.252	6.149	0.204	21.43%
2		10.066	8.573	1.935	1.493	6.638	0.225	
3	19	10.605	8.980	1.982	1.625	6.998	0.232	26.36%
4		17.948	15.926	9.073	2.022	6.853	0.295	
5	37	11.086	9.426	1.975	1.660	7.451	0.223	22.32%
6		10.615	9.025	1.916	1.590	7.109	0.224	
7	48	10.179	8.612	1.938	1.567	6.674	0.235	23.35%
8		8.229	7.037	1.905	1.192	5.132	0.232	
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div>  <p style="text-align: right;"> $y = 0.0036\ln(x) + 0.2222$ $R^2 = 0.014$ </p>								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio	
1	3.971	3.726	1.945	0.245	1.781	0.138	23.48%	
2	2.844	2.578	1.928	0.266	0.650	0.409		
3	3.677	3.350	2.015	0.327	1.335	0.245		
4	3.389	3.128	1.951	0.261	1.177	0.222		
5	3.648	3.410	1.928	0.238	1.482	0.161		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad				
23.38%		23.48%		0.00%				
CLASIFICACIÓN								
SISTEMA		SUCS		GP				

Anexo E-19; Proctor Modificado de la Subbase – Calicata 4

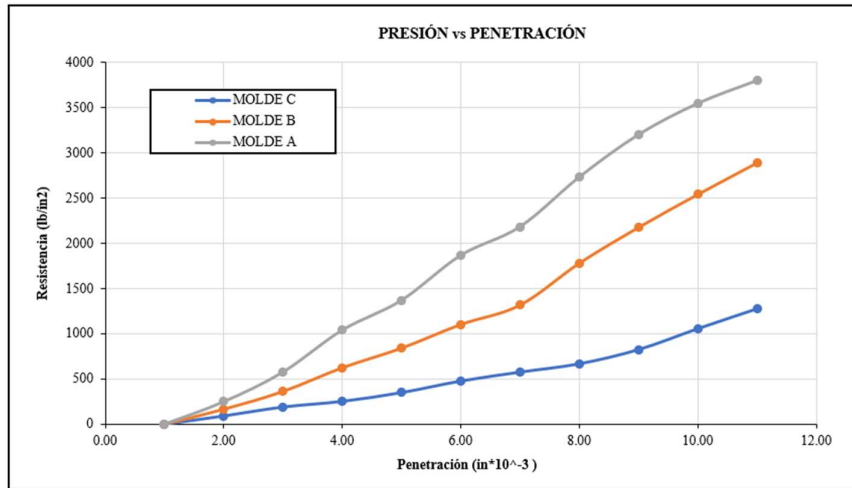
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 3+000 - 4+000		No. CALICATA: 4						
NORMA: ASTM D 1557 / AASHTO T 180		PROFUNDIDAD: 50 cm						
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO C								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de Golpes:	56	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	5415.8			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	2104.92			
Diámetro interno:	15.2	Altura:	11.6					
Peso Inicial Deseado:	5000	5000	5000	5000				
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayos	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	0	3	6	9				
Humedad en ml	0	150	300	450				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9484.2	9593.9	9755.3	9722.6				
Peso suelo húmedo [Wm] (gr)	4068.4	4178.1	4339.5	4306.8				
Peso unitario húmedo [γ_m] (gr/cm ³)	1.933	1.985	2.062	2.046				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente [Wr] (gr)	53.07	43.38	48.05	45.31	42.43	45.10	46.88	56.47
Peso húmedo + recipiente [Wm+Wr]	179.42	186.45	175.32	183.76	129.68	166.23	184.36	165.84
Peso muestra seca + recipiente [Ws+Wr]	173.26	181.62	165.85	178.39	121.96	157.45	172.52	155.13
Peso de la muestra seca [Ws] (gr)	120.19	138.24	117.80	133.08	79.53	112.35	125.64	98.66
Peso del agua [Wm] (gr)	6.16	4.83	9.47	5.37	7.72	8.78	11.84	10.71
Contenido de humedad [W%]	5.13	3.49	8.04	4.04	9.71	7.81	9.42	10.86
Contenido de humedad promedio [W%]	4.31		6.04		8.76		10.14	
Peso Unitario Seco [γ_d] (gr/cm³)	1.853		1.872		1.896		1.858	
RESULTADOS								
Contenido de humedad óptimo (%)			7.5					
Densidad seca máxima (gr/cm ³)			1.890					
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD								
								

Anexo E-20; CBR de la Subbase – Calicata 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"						
ABS: 3+000 - 4+000		No. CALICATA: 4				
NORMA: ASTM D 1883 / AASHTO T 193-63		PROFUNDIDAD: 50		cm		
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
ENSAYO DE CBR						
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.890	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	8750	%
Altura de Caída	18	in				
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	11034.6		10752.1		10532.2	
Peso Molde (gr)	6595.8		6474.2		6775.2	
Peso de Muestra Húmeda (gr)	4438.8		4277.9		3757	
Volumen Muestra (cm ³)	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	2.155		2.077		1.824	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	183.81	224.60	118.56	165.01	154.55	205.43
Masa suelo seco + recipiente (gr)	164.63	212.27	111.23	151.72	145.46	195.62
Masa de agua (gr)	19.18	12.33	7.33	13.29	9.09	9.81
Masa del recipiente	42.75	50.48	52.88	42.86	53.01	45.92
Masa suelo seco (gr)	121.88	161.79	58.35	108.86	92.45	149.70
Contenido de humedad W%	15.74	7.62	12.56	12.21	9.83	6.55
Promedio W%	11.68		12.39		8.19	
Peso unitario seco γ_d (gr/cm ³)	1.930		1.848		1.686	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	10734.7		10637.9		10572.1	
Peso Molde	6595.8		6474.2		6775.2	
Peso de Muestra Húmeda	4138.9		4163.7		3796.9	
Volumen Muestra	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m	2.010		2.022		1.844	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	183.81	248.47	214.24	174.03	221.87	224.60
Masa suelo seco + recipiente (gr)	166.75	229.21	198.92	153.98	205.87	189.87
Masa de agua (gr)	17.06	19.26	15.32	20.05	16.00	34.73
Masa del recipiente	41.42	43.38	46.79	42.43	55.23	45.92
Masa suelo seco (gr)	125.33	185.83	152.13	111.55	150.64	143.95
Contenido de humedad W%	13.61	10.36	10.07	17.97	10.62	24.13
Promedio W%	11.99		14.02		17.37	
ENSAYO ESFUERZO vs PENETRACIÓN						
Área Pistón	3 in ²	Velocidad de carga		1.27 mm/min (0.05in/min)		
MOLDE	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)	Dial	Presión (lb/in ²)
	0.000	0	0.00	0	0.00	0

0.025	248.8	82.95	165.9	55.30	91.9	30.64
0.050	576.1	192.05	363.2	121.06	190.6	63.52
0.075	1040.2	346.73	625.5	208.49	253.3	84.44
0.100	1369.7	456.58	842.9	280.97	349.7	116.57
0.150	1867.4	622.47	1105.2	368.40	477.5	159.17
0.200	2183.5	727.84	1320.4	440.14	576.1	192.05
0.250	2732.8	910.92	1784.5	594.82	668.1	222.69
0.300	3202.2	1067.40	2181.3	727.09	825.0	274.99
0.400	3546.5	1182.18	2546.7	848.89	1055.9	351.96
0.500	3799.9	1266.62	2896.4	965.47	1275.6	425.19

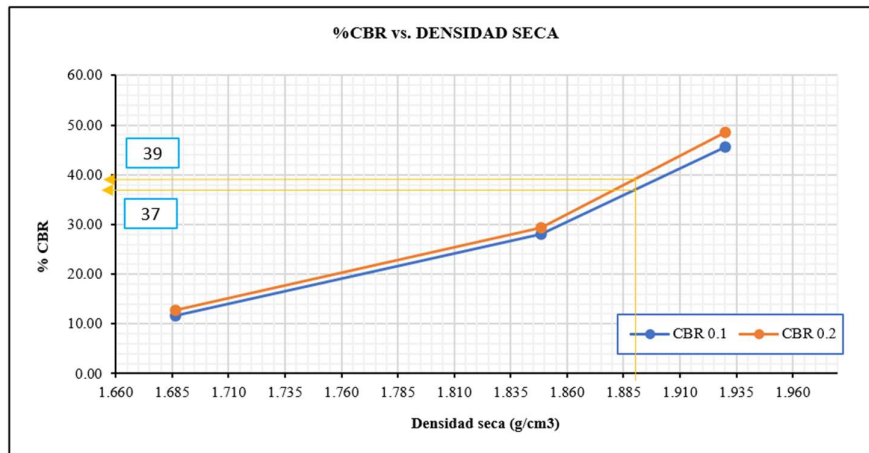
GRÁFICA DEL ENSAYO DE ESFUERZO vs PENETRACIÓN



CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión	CBR 0.1	Densidad	Presión	CBR 0.2	Densidad
	(lb/in²)	(in)	Seca	(lb/in²)	(in)	Seca
A	456.58	45.66	1.930	727.84	48.52	1.930
B	280.97	28.10	1.848	440.14	29.34	1.848
C	116.57	11.66	1.686	192.05	12.80	1.686

GRÁFICA DEL CBR vs DENSIDAD SECA



CBR AL 100% yd

Densidad seca máxima (gr/cm³)		1.890		
DSM	% CBR 0.1 in	% CBR 0.2 in	% CBR mayor	
100%	1.890	37	39	39



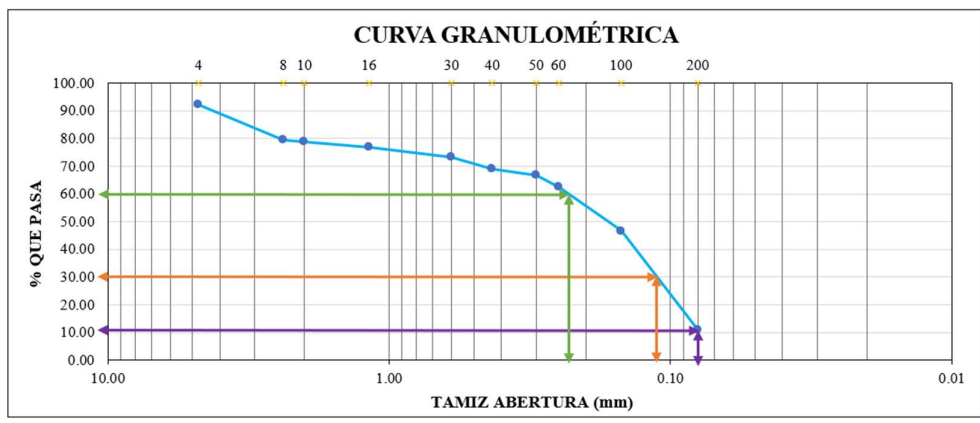
Anexo E-21; Abrasión de la Subbase – Calicata 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE ABRASIÓN MÉTODO A 			
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"			
ABS:	3+000 - 4+000	No. CALICATA:	4
NORMA:	ASTM C 131	PESO DE LA MUESTRA:	5000 gr
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
N° de esferas	12	N° de revoluciones	500
Tiempo de rotación (min)	15		
CANTIDAD DE MATERIAL			
	TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)
	1"	25.4	1273
	3/4"	19.1	1271
	1/2"	12.7	1260
	3/8"	9.52	1260
	TOTAL		5064
RESULTADOS			
	TAMIZ #	ABETURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)
	12	1.68	3165
	% ABRASIÓN	37.50%	



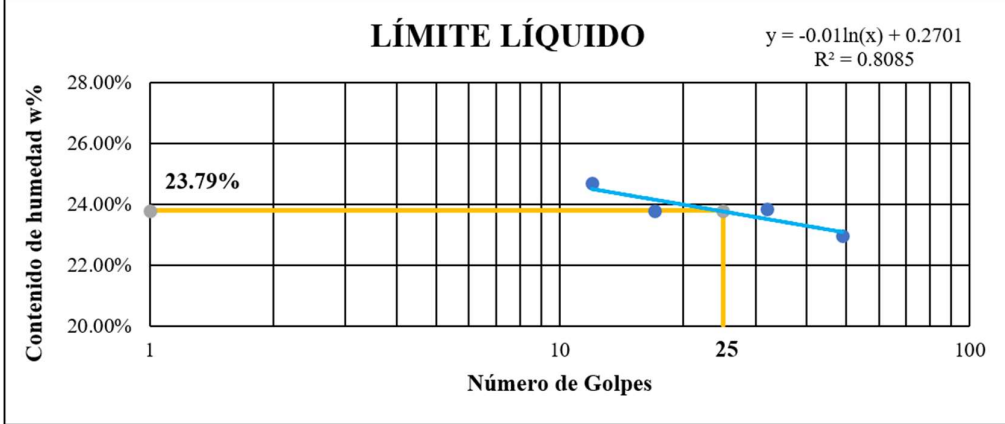
CALICATA N°1

SUBRASANTE



Anexo E-22; Granulometría de la Subrasante – Calicata 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE GRANULOMETRIA	
				PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"			
ABS: 0+000 - 1+000		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr		NORMA: ASTM D 421-58		No. CALICATA: 1	
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO							
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA		
4	4.76	77.90	77.90	7.79	92.21		
8	2.38	48.80	126.70	12.67	79.54		
10	2.00	7.60	134.30	13.43	78.78		
16	1.18	19.90	154.20	15.42	76.79		
30	0.60	35.70	189.90	18.99	73.22		
40	0.43	42.30	232.20	23.22	68.99		
50	0.30	24.30	256.50	25.65	66.56		
60	0.25	42.50	299.00	29.90	62.31		
100	0.15	156.90	455.90	45.59	46.62		
200	0.08	358.50	814.40	81.44	10.77		
Pasa 200		175.80	990.20	100.00			
TOTAL			1000.00				
							
RESULTADOS							
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA				PRORCENTAJE DE MATERIAL			
Tamaño Nominal Máximo TNM mm	4.760	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)			
Diámetro Efectivo D10mm	0.080						
Diámetro Equiparable D30mm	0.117						
Diámetro Dimensional D60 mm	0.240						
Coeficiente de Uniformidad Cu	3.000				7.79	81.44	10.77
Coeficiente de Curvatura Cc	0.709						

Anexo E-23; Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico de la Subrasante
 – Calicata 1

 		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBEG						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 0+000 - 1+000		No. CALICATA: 1						
NORMA: ASTM D 4318								
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1	12	17.574	14.501	2.002	3.073	12.499	0.246	24.69%
2		20.293	16.660	2.008	3.633	14.652	0.248	
3	17	16.145	13.422	2.014	2.723	11.408	0.239	23.79%
4		12.292	10.316	1.980	1.976	8.336	0.237	
5	32	20.292	16.750	1.929	3.542	14.821	0.239	23.84%
6		19.870	16.424	1.928	3.446	14.496	0.238	
7	49	18.981	15.810	1.956	3.171	13.854	0.229	22.96%
8		19.865	16.517	1.981	3.348	14.536	0.230	
LÍMITE LÍQUIDO $y = -0.01\ln(x) + 0.2701$ $R^2 = 0.8085$								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio	
1	3.017	2.819	1.968	0.198	0.851	0.233	23.07%	
2	3.607	3.281	1.966	0.326	1.315	0.248		
3	3.329	3.129	1.996	0.200	1.133	0.177		
4	3.203	2.983	2.036	0.220	0.947	0.232		
5	3.158	2.823	1.554	0.335	1.269	0.264		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad				
23.79%		23.07%		0.72%				
CLASIFICACIÓN								
SISTEMA		SUCS		SP – SM Baja Plasticidad				

Anexo E-24; Ensayo de DCP en la Subrasante – Calicata 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DCP			
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"			
ABS:	0+000-1+000	CAPA VEGETAL:	3 cm
NORMA:	ASTM D 6951	PROFUNDIDAD:	50 cm
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO	No. CALICATA:	1
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	32	25	50
1	72	40	90
2	100	55	120
3	110	70	140
4	130	80	160
5	148	95	180
6	169	106	190
7	188	120	203
8	207	135	211
9	226	149	220
10	245	160	230
11	264	170	260
12	283	188	290
13	302	206	320
14	321	224	350
15	340	242	380
16	359	260	410
17	378	278	440
18	393	296	470
19	408	314	500
20	423	332	530
21	438	350	560
22	453	368	590
23	468	386	620
24	483	404	650
25	498	422	680
26	513	440	680
27	533	460	680
28	553	480	
29	573	500	
30	593	520	
31	613	540	
32	633	540	
33	653	540	
34	673		
35	693		
36	713		
37	733		
38	733		
39	733		



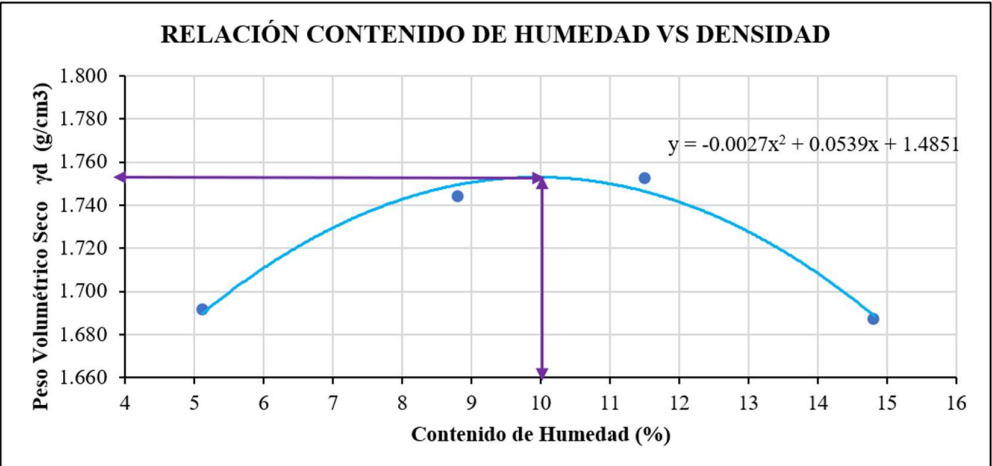
PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES

$y = 24.305x + 36.313$
 $y = 17.817x + 62.074$
 $y = 16.558x + 6.0655$



Legend:
 • P1
 • P2
 • P3
 — Lineal (P1)
 — Lineal (P2)
 — Lineal (P3)

DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	24.305	19.560
2	17.817	
3	16.558	

Anexo E-25; Proctor Modificado de la Subrasante – Calicata 1

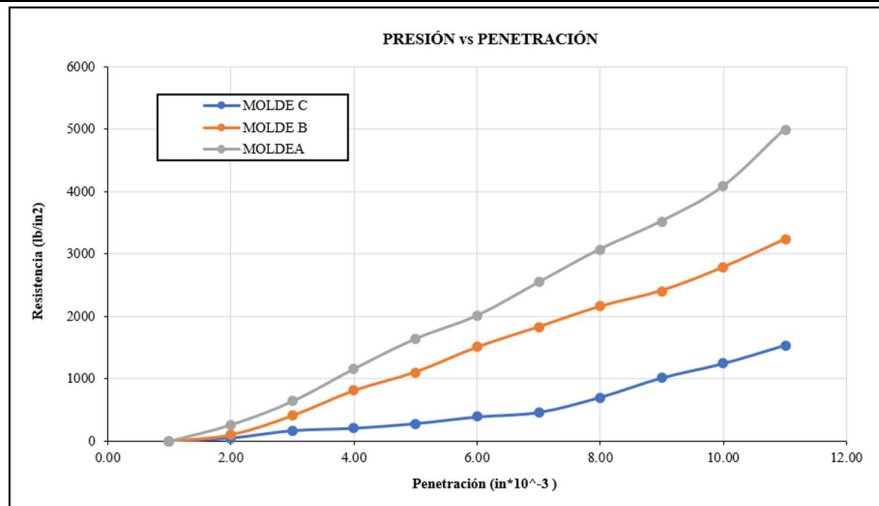
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 0+000 - 1+000		No. CALICATA: 1						
NORMA: ASTM D 1557 / AASHTO T 180		PROFUNDIDAD: 50 cm						
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO A								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de Golpes:	25	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	3791			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	947.87			
Diámetro interno:	10.2	Altura:	11.6					
Peso Inicial Deseado:	2000	2000	2000	2000				
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayos	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	0	5	10	15				
Humedad en ml	0	100	200	300				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	5476.3	5589.4	5643.1	5626.9				
Peso suelo húmedo [Wm] (gr)	1685.3	1798.4	1852.1	1835.9				
Peso unitario húmedo [γ_m] (gr/cm ³)	1.778	1.897	1.954	1.937				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente [Wr] (gr)	48.05	45.31	39.57	53.28	42.43	45.10	45.78	41.38
Peso húmedo + recipiente [Wm+Wr]	202.76	192.02	188.75	185.32	198.46	172.97	198.73	168.53
Peso muestra seca + recipiente [Ws+Wr]	195.36	184.75	175.86	175.37	183.73	158.67	177.47	153.43
Peso de la muestra seca [Ws] (gr)	147.31	139.44	136.29	122.09	141.30	113.57	131.69	112.05
Peso del agua [Wm] (gr)	7.40	7.27	12.89	9.95	14.73	14.30	21.26	15.10
Contenido de humedad [W%]	5.02	5.21	9.46	8.15	10.42	12.59	16.14	13.48
Contenido de humedad promedio [W%]	5.12		8.80		11.51		14.81	
Peso Unitario Seco [γ_d] (gr/cm³)	1.691		1.744		1.752		1.687	
RESULTADOS								
Contenido de humedad óptimo (%)			10					
Densidad seca máxima (gr/cm ³)			1.775					
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD								
								

Anexo E-26; CBR de la Subrasante – Calicata 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"						
ABS: 0+000 - 1+000		No. CALICATA: 1				
NORMA: ASTM D 1883 / AASHTO T 193-63		PROFUNDIDAD: 50		cm		
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
ENSAYO DE CBR						
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.755	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	10.00	%
Altura de Caída	18	in				
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	10875.4		10399.1		10317.7	
Peso Molde (gr)	6458.4		6431		6419.6	
Peso de Muestra Húmeda (gr)	4417		3968.1		3898.1	
Volumen Muestra (cm ³)	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	2.145		1.927		1.893	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	154.55	205.43	180.56	192.11	208.65	156.21
Masa suelo seco + recipiente (gr)	132.60	186.48	166.94	171.95	188.23	139.87
Masa de agua (gr)	21.95	18.95	13.62	20.16	20.42	16.34
Masa del recipiente	42.41	43.38	41.22	43.01	53.06	42.86
Masa suelo seco (gr)	90.19	143.10	125.72	128.94	135.17	97.01
Contenido de humedad W%	24.34	13.24	10.83	15.64	15.11	16.84
Promedio W%	18.79		13.23		15.98	
Peso unitario seco γ_d (gr/cm ³)	1.806		1.702		1.632	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	10842.2		10685.7		10546.9	
Peso Molde	6458.4		6431		6419.6	
Peso de Muestra Húmeda	4383.8		4254.7		4127.3	
Volumen Muestra	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m	2.129		2.066		2.004	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	239.97	176.21	259.95	184.51	245.31	120.12
Masa suelo seco + recipiente (gr)	215.20	154.65	232.25	162.42	216.87	105.66
Masa de agua (gr)	24.77	21.56	27.70	22.09	28.44	14.46
Masa del recipiente	90.55	43.38	86.01	45.92	99.49	46.50
Masa suelo seco (gr)	124.65	111.27	146.24	116.50	117.38	59.16
Contenido de humedad W%	19.87	19.38	18.94	18.96	24.23	24.44
Promedio W%	19.62		18.95		24.34	
ENSAYO ESFUERZO vs PENETRACIÓN						
Área Pistón	3 in ²	Velocidad de carga			1.27 mm/min (0.05 in/min)	
MOLDE	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
		(lb/in ²)		(lb/in ²)		(lb/in ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00

0.025	262.3	87.43	103.1	34.37	51.6	17.19
0.050	638.9	212.97	410.2	136.75	170.4	56.79
0.075	1159.0	386.34	811.5	270.51	208.5	69.50
0.100	1641.0	547.00	1107.4	369.15	282.5	94.16
0.150	2013.1	671.05	1506.5	502.16	390.1	130.02
0.200	2546.7	848.89	1829.3	609.77	461.8	153.94
0.250	3078.0	1026.00	2158.9	719.62	503.9	173.64
0.300	3526.4	1175.45	2409.9	803.31	551.5	193.51
0.400	4084.6	1361.52	2784.3	928.11	624.4	221.48
0.500	4999.2	1666.40	3230.4	1076.81	729.9	256.62

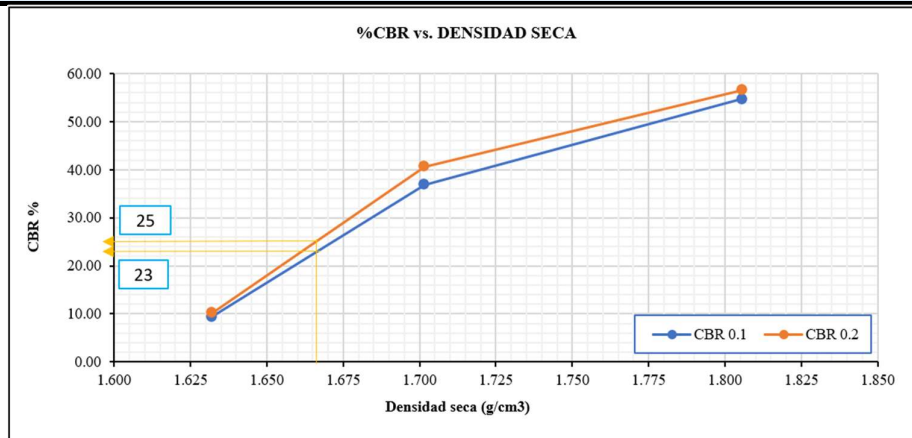
GRÁFICA DEL ENSAYO DE ESFUERZO vs PENETRACIÓN



CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión	CBR 0.1	Densidad	Presión	CBR 0.2	Densidad
	(lb/in²)	(in)	Seca	(lb/in²)	(in)	Seca
A	547.00	54.70	1.806	848.89	56.59	1.806
B	369.15	36.91	1.702	609.77	40.65	1.702
C	94.16	9.42	1.632	153.94	10.26	1.632

GRÁFICA DEL CBR vs DENSIDAD SECA



CBR AL 95% vd



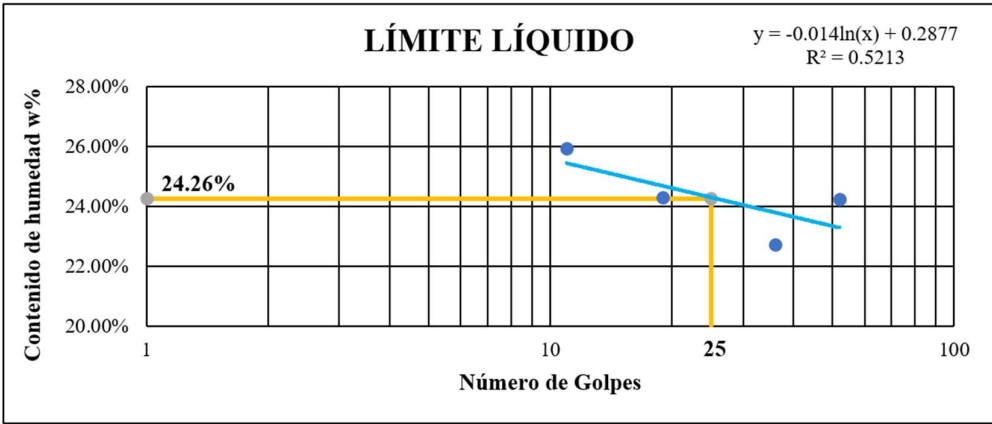
Densidad seca máxima (gr/cm³)			1.755	
DSM		% CBR 0.1 in	% CBR 0.2 in	% CBR mayor
95%	1.667	23	25	25

CALICATA N°2 SUBRASANTE



Anexo E-27; Granulometría de la Subrasante – Calicata 2

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE GRANULOMETRIA		
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"					
ABS:	1+000 - 2+000	PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr		
NORMA:	ASTM D 421-58	No. CALICATA:	2		
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO				
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	69.80	69.80	6.98	93.02
8	2.38	35.10	104.90	10.49	82.53
10	2.00	7.50	112.40	11.24	81.78
16	1.18	29.70	142.10	14.21	78.81
30	0.60	44.10	186.20	18.62	74.40
40	0.43	52.30	238.50	23.85	69.17
50	0.30	38.80	277.30	27.73	65.29
60	0.25	35.40	312.70	31.27	61.75
100	0.15	116.30	429.00	42.90	50.12
200	0.08	314.60	743.60	74.36	18.66
Pasa 200		247.90	991.50	100.00	
TOTAL			1000.00		
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PRORCENTAJE DE MATERIAL		
Tamaño Nominal Máximo TNM mm	4.760	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Efectivo D10mm	0.070				
Diámetro Equiparable D30mm	0.100				
Diámetro Dimensional D60 mm	0.240				
Coeficiente de Uniformidad Cu	3.429				
Coeficiente de Curvatura Cc	0.595	6.98	74.36	18.66	

Anexo E-28; Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico de la Subrasante
 – Calicata 2



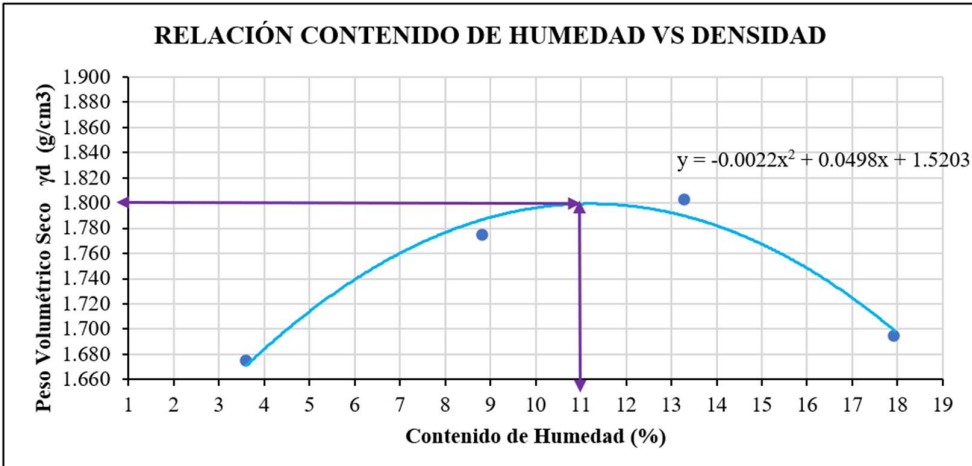
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBEG						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 1+000 - 2+000				No. CALICATA: 2				
NORMA: ASTM D 4318								
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1	11	22.003	19.235	7.667	2.768	11.568	0.239	25.95%
2		23.483	19.972	7.424	3.511	12.548	0.280	
3	19	20.742	18.184	7.477	2.558	10.707	0.239	24.30%
4		17.018	15.023	6.946	1.995	8.077	0.247	
5	36	18.547	16.098	2.016	2.449	14.082	0.174	22.72%
6		18.289	14.736	2.066	3.553	12.670	0.280	
7	52	17.646	14.623	1.992	3.023	12.631	0.239	24.25%
8		18.401	15.185	2.096	3.216	13.089	0.246	
 <p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p> <p style="text-align: right;">$y = -0.014\ln(x) + 0.2877$ $R^2 = 0.5213$</p>								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio	
1	3.003	2.765	1.980	0.238	0.785	0.303	23.05%	
2	3.540	3.328	1.971	0.212	1.357	0.156		
3	3.146	2.897	1.953	0.249	0.944	0.264		
4	2.978	2.769	1.922	0.209	0.847	0.247		
5	3.469	3.237	1.967	0.232	1.270	0.183		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad			
24.26%		23.05%			1.21%			
CLASIFICACIÓN								
SISTEMA		SUCS			SP – SM Baja Plasticidad			

Anexo E-29; Ensayo de DCP en la Subrasante – Calicata 2



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DCP			
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"			
ABS:	1+000 - 2+000	CAPA VEGETAL:	3 cm
NORMA:	ASTM D 6951	PROFUNDIDAD:	50 cm
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO	No. CALICATA:	2
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	34	45	35
1	62	75	65
2	90	100	90
3	120	123	120
4	140	153	145
5	170	185	175
6	200	212	207
7	230	242	235
8	256	272	265
9	290	302	300
10	320	332	325
11	345	359	350
12	373	390	375
13	400	416	400
14	430	445	425
15	455	472	450
16	463	500	475
17	510	522	500
18	536	547	525
19	555	572	550
20	585	595	575
21	610	620	597
22	635	644	632
23	660	665	650
24	685	685	670
25	710	706	690
26	736	722	710
27	760	746	730
28	785	765	750
29	800	785	765
30	823	802	785
31	843	822	803
32	865	846	820
33	887	862	835
34	909	889	855
35	931	903	870
36	953	920	885
37	975	940	900
38	1000	955	910
39		980	935
40		1000	955
41			975
42			1000

DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	24.030
2	
3	

Anexo E-30; Proctor Modificado de la Subrasante – Calicata 2

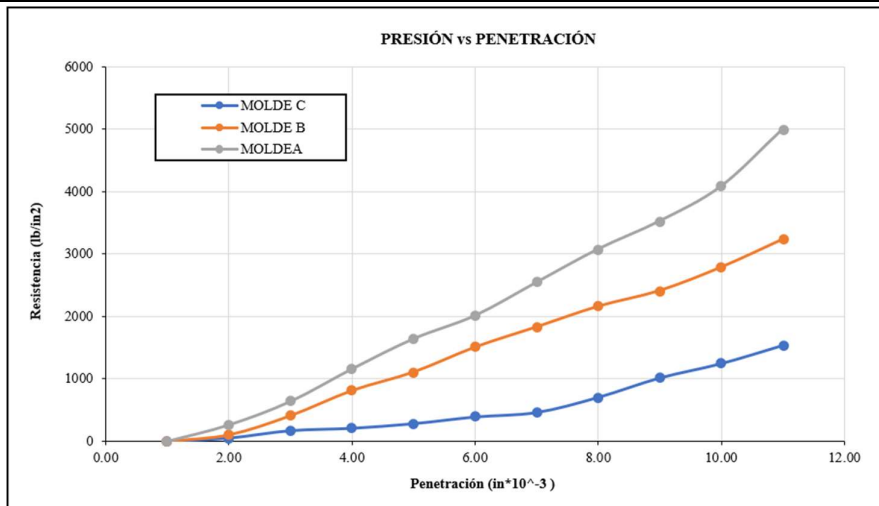
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS								
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 1+000 - 2+000		No. CALICATA: 2						
NORMA: ASTM D 1557 / AASHTO T 180		PROFUNDIDAD: 50 cm						
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO A								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de Golpes:	25	Altura de Caída:	18"					
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb					
Diámetro interno:	10.2	Altura:	11.6					
Peso Inicial Deseado:	2000	2000	2000					
2000								
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayos	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	0	5	10	15				
Humedad en ml	0	100	200	300				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	5435.50	5621.70	5727.00	5685.10				
Peso suelo húmedo [Wm] (gr)	1644.50	1830.70	1936.00	1894.10				
Peso unitario húmedo [γ_m] (gr/cm ³)	1.735	1.931	2.042	1.998				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente [Wr] (gr)	48.05	39.25	45.78	41.38	42.39	53.28	42.43	41.27
Peso húmedo + recipiente [Wm+Wr]	184.95	193.65	177.45	193.57	179.85	211.34	195.63	186.97
Peso muestra seca + recipiente [Ws+Wr]	179.26	189.34	163.25	185.53	168.55	187.63	176.17	161.37
Peso de la muestra seca [Ws] (gr)	131.21	150.09	117.47	144.15	126.16	134.35	133.74	120.10
Peso del agua [Wm] (gr)	5.69	4.31	14.20	8.04	11.30	23.71	19.46	25.60
Contenido de humedad [W%]	4.34	2.87	12.09	5.58	8.96	17.65	14.55	21.32
Contenido de humedad promedio [W%]	3.604		8.833		13.302		17.933	
Peso Unitario Seco [γ_d] (gr/cm ³)	1.675		1.775		1.803		1.694	
RESULTADOS								
Contenido de humedad óptimo (%)		11						
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.800						
<p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								

Anexo E-31; CBR de la Subrasante – Calicata 2

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"						
ABS: 1+000 - 2+000		No. CALICATA: 2				
NORMA: ASTM D 1883 / AASHTO T 193-63		PROFUNDIDAD: 50		cm		
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
ENSAYO DE CBR						
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.800	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	11.00	%
Altura de Caída	18	in				
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	10524.20		10309.60		10044.10	
Peso Molde (gr)	6458.40		6431.00		6419.60	
Peso de Muestra Húmeda (gr)	4065.80		3878.60		3624.50	
Volumen Muestra (cm ³)	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.974		1.883		1.760	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	170.34	154.45	191.46	181.00	187.85	161.11
Masa suelo seco + recipiente (gr)	157.08	141.21	175.84	164.25	174.67	148.53
Masa de agua (gr)	13.26	13.24	15.62	16.75	13.18	12.58
Masa del recipiente	46.96	33.28	45.94	27.48	65.08	45.92
Masa suelo seco (gr)	110.12	107.93	129.90	136.77	109.59	102.61
Contenido de humedad W%	12.04	12.27	12.02	12.25	12.03	12.26
Promedio W%	12.15		12.14		12.14	
Peso unitario seco γ_d (gr/cm ³)	1.760		1.680		1.569	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	10779.2		10638.6		10457	
Peso Molde	6458.4		6431		6419.6	
Peso de Muestra Húmeda	4320.8		4207.6		4037.4	
Volumen Muestra	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m	2.098		2.043		1.960	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	269.14	182.11	236.79	170.11	255.20	122.12
Masa suelo seco + recipiente (gr)	238.05	157.45	211.06	147.85	224.40	108.41
Masa de agua (gr)	31.09	24.66	25.73	22.26	30.80	13.71
Masa del recipiente	93.72	43.38	91.04	42.43	93.16	45.92
Masa suelo seco (gr)	144.33	114.07	120.02	105.42	131.24	62.49
Contenido de humedad W%	21.54	21.62	21.44	21.12	23.47	21.94
Promedio W%	21.58		21.28		22.70	
ENSAYO ESFUERZO vs PENETRACIÓN						
Área Pistón	3 in ²	Velocidad de carga			1.27 mm/min (0.05 in/min)	
MOLDE	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
		(lb/in ²)		(lb/in ²)		(lb/in ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00

0.025	212.97	70.99	192.8	64.26	42.6	14.20
0.050	488.71	162.90	369.9	123.30	141.2	47.08
0.075	688.23	229.41	558.2	186.07	192.8	64.26
0.100	869.82	289.94	677.0	225.67	204.0	68.00
0.150	1248.68	416.23	932.6	310.86	269.0	89.67
0.200	1535.63	511.88	1103.0	367.66	374.4	124.79
0.250	1977.27	659.09	1327.1	442.38	417.0	138.99
0.300	2436.84	812.28	1560.3	520.10	506.6	168.88
0.400	2878.47	959.49	1936.9	645.64	560.5	186.82
0.500	3568.95	1189.65	2214.9	738.30	587.4	195.78

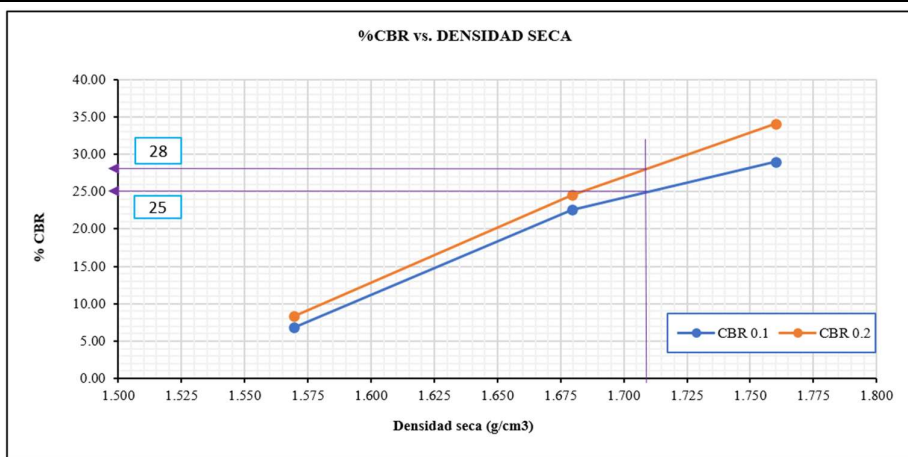
GRÁFICA DEL ENSAYO DE ESFUERZO vs PENETRACIÓN



CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión	CBR 0.1	Densidad	Presión	CBR 0.2	Densidad
	(lb/in²)	(in)	Seca	(lb/in²)	(in)	Seca
A	289.94	28.99	1.760	511.88	34.13	1.760
B	225.67	22.57	1.680	367.66	24.51	1.680
C	68.00	6.80	1.569	124.79	8.32	1.569

GRÁFICA DEL CBR vs DENSIDAD SECA



CBR AL 95% yd



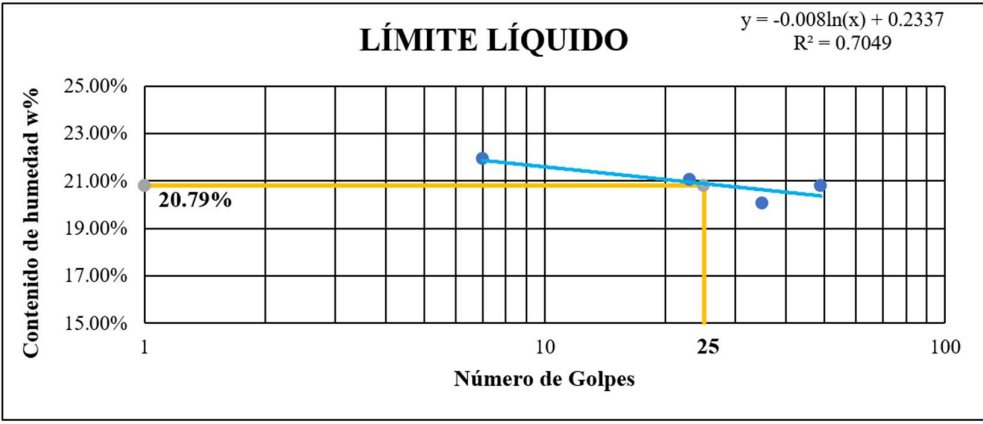
Densidad seca máxima (gr/cm³)			1.800	
DSM		% CBR 0.1 in	% CBR 0.2 in	% CBR mayor
95%	1.710	25	28	28

CALICATA N°3 SUBRASANTE



Anexo E-32; Granulometría de la Subrasante – Calicata 3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL		ENSAYO DE GRANULOMETRIA			
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"					
ABS:	2+000 - 3+000	PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr		
NORMA:	ASTM D 421-58	No. CALICATA:	3		
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO				
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	72.90	72.90	7.33	92.67
8	2.38	39.80	112.70	11.33	81.35
10	2.00	6.80	119.50	12.01	80.66
16	1.18	18.30	137.80	13.85	78.82
30	0.60	32.80	170.60	17.15	75.53
40	0.43	41.40	212.00	21.31	71.37
50	0.30	38.60	250.60	25.19	67.49
60	0.25	36.10	286.70	28.81	63.86
100	0.15	136.20	422.90	42.50	50.17
200	0.08	369.30	792.20	79.62	13.06
Pasa 200		202.80	995.00	100.00	
TOTAL			1000.00		
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		PRORCENTAJE DE MATERIAL			
Tamaño Nominal Máximo TNM mm	4.760	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Efectivo D10mm	0.075				
Diámetro Equiparable D30mm	0.120				
Diámetro Dimensional D60 mm	0.220				
Coefficiente de Uniformidad Cu	2.933	7.33	79.62	13.06	
Coefficiente de Curvatura Cc	0.873				

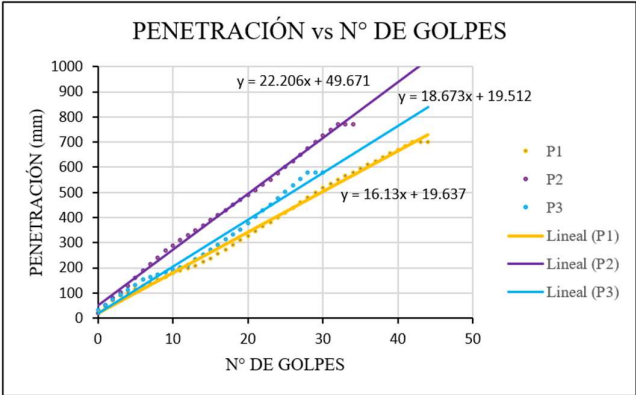
Anexo E-33; Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico de la Subrasante
 – Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG		 FICM						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS:	2+000 - 3+000	No. CALICATA:	3					
NORMA:	ASTM D 4318							
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO							
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1	7	24.569	21.724	7.535	2.845	14.189	0.201	21.93%
2		19.449	17.128	7.383	2.321	9.745	0.238	
3	23	19.684	17.125	6.919	2.559	10.206	0.251	21.05%
4		23.066	20.785	7.394	2.281	13.391	0.170	
5	35	23.594	20.096	1.993	3.498	18.103	0.193	20.04%
6		18.533	15.680	1.940	2.853	13.740	0.208	
7	49	17.252	14.803	2.010	2.449	12.793	0.191	20.80%
8		17.423	14.587	1.953	2.836	12.634	0.224	
 <p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p> <p style="text-align: right;">$y = -0.008\ln(x) + 0.2337$ $R^2 = 0.7049$</p>								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio	
1	3.204	3.094	1.955	0.110	1.139	0.097	20.50%	
2	2.808	2.597	1.957	0.211	0.640	0.330		
3	2.476	2.352	1.982	0.124	0.370	0.335		
4	2.932	2.857	2.052	0.075	0.805	0.093		
5	2.938	2.803	2.012	0.135	0.791	0.171		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad				
20.79%		20.50%		0.29%				
CLASIFICACIÓN								
SISTEMA		SUCS		SP – SM Baja Plasticidad				

Anexo E-34; Ensayo de DCP en la Subrasante – Calicata 3



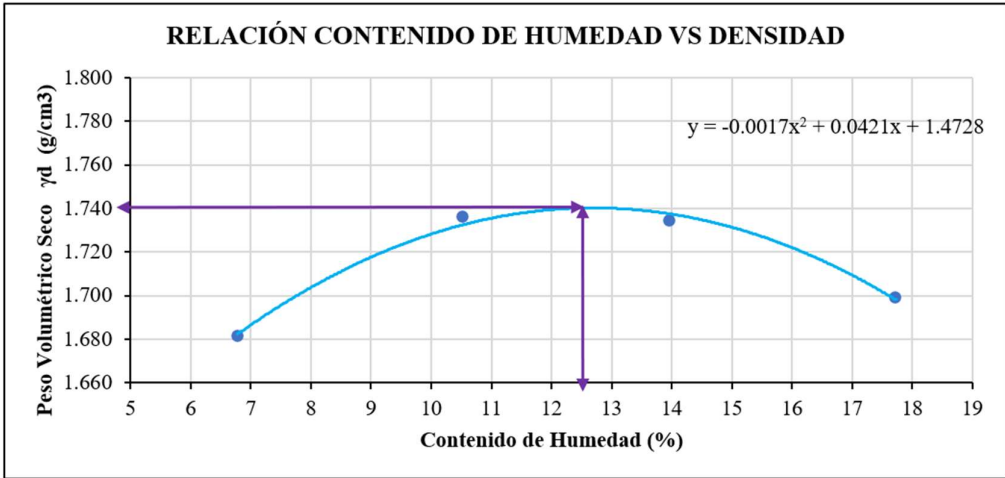
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE DCP			
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"			
ABS:	2+000 - 3+000	CAPA VEGETAL:	3 cm
NORMA:	ASTM D 6951	PROFUNDIDAD:	50 cm
REALIZADO POR:	JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO	No. CALICATA:	3
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	21	19	33
1	42	53	53
2	70	80	73
3	90	103	93
4	100	130	113
5	115	161	133
6	130	190	153
7	140	215	163
8	155	240	173
9	165	270	183
10	180	290	193
11	190	310	203
12	200	330	213
13	210	350	233
14	224	370	253
15	238	390	273
16	256	410	293
17	274	430	313
18	292	450	333
19	310	470	353
20	328	490	378
21	346	510	403
22	364	530	428
23	382	550	453
24	400	575	478
25	420	600	503
26	440	625	528
27	460	650	553
28	480	675	578
29	500	700	578
30	520	725	578
31	535	750	
32	550	770	
33	565	770	
34	580	770	
35	595		
36	610		
37	625		
38	640		
39	655		
40	670		
41	685		
42	700		
43	700		
44	700		

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES





DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	22.2060	19.003
2	18.6730	
3	16.1300	

Anexo E-35; Proctor Modificado de la Subrasante – Calicata 3

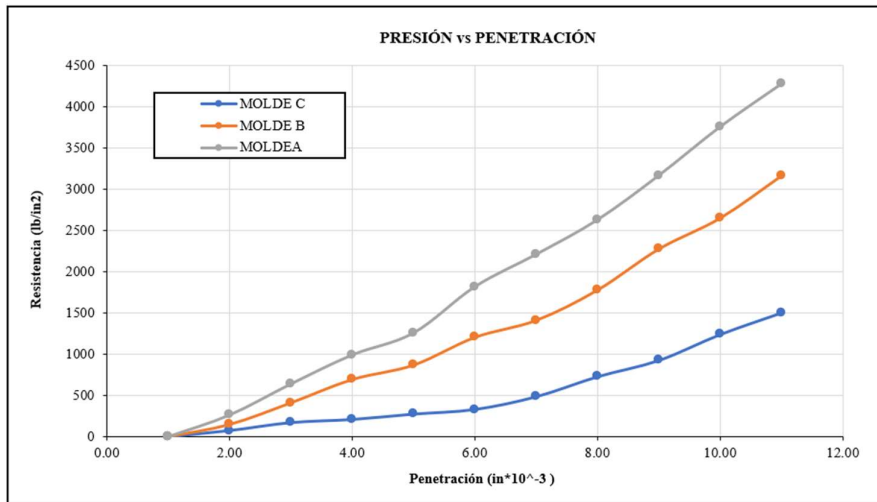
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 2+000 - 3+000		No. CALICATA: 3						
NORMA: ASTM D 1557 / AASHTO T 180		PROFUNDIDAD: 50 cm						
REALIZADO POR: JENNIFER MISHHELL ASITIMBAY MULLO								
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO A								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de Golpes:	25	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	3791			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	947.87			
Diámetro interno:	10.2	Altura:	11.6					
Peso Inicial Deseado:	2000	2000	2000	2000				
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayos	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	0	5	10	15				
Humedad en ml	0	100	200	300				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	5492.6	5609.7	5664.3	5687.1				
Peso suelo húmedo [Wm] (gr)	1701.6	1818.7	1873.3	1896.1				
Peso unitario húmedo [γ_m] (gr/cm ³)	1.795	1.919	1.976	2.000				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente [Wr] (gr)	45.31	42.43	45.10	39.57	53.28	42.43	41.38	45.78
Peso húmedo + recipiente [Wm+Wr]	197.37	172.82	194.63	188.85	194.23	185.36	191.43	177.83
Peso muestra seca + recipiente [Ws+Wr]	187.47	164.75	179.79	175.23	181.47	163.57	176.58	151.87
Peso de la muestra seca [Ws] (gr)	142.16	122.32	134.69	135.66	128.19	121.14	135.20	106.09
Peso del agua [Wm] (gr)	9.90	8.07	14.84	13.62	12.76	21.79	14.85	25.96
Contenido de humedad [W%]	6.96	6.60	11.02	10.04	9.95	17.99	10.98	24.47
Contenido de humedad promedio [W%]	6.78		10.53		13.97		17.73	
Peso Unitario Seco [γ_d] (gr/cm³)	1.681		1.736		1.734		1.699	
RESULTADOS								
Contenido de humedad óptimo (%)			12.5					
Densidad seca máxima (gr/cm ³)			1.740					
RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD								
								

Anexo E-36; CBR de la Subrasante – Calicata 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"						
ABS: 2+000 - 3+000		No. CALICATA: 3				
NORMA: ASTM D 1883 / AASHTO T 193-63		PROFUNDIDAD: 50		cm		
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
ENSAYO DE CBR						
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.740	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	12.50	%
Altura de Caída	18	in				
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	10276.2		10199.1		10237.4	
Peso Molde (gr)	6395.8		6374.2		6375.2	
Peso de Muestra Húmeda (gr)	3880.4		3824.9		3862.2	
Volumen Muestra (cm ³)	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.884		1.857		1.875	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	193.28	150.87	199.09	192.11	208.65	156.21
Masa suelo seco + recipiente (gr)	178.71	145.15	182.21	178.11	189.94	140.41
Masa de agua (gr)	14.57	5.72	16.88	14.00	18.71	15.80
Masa del recipiente	27.48	65.08	45.92	43.01	53.06	42.86
Masa suelo seco (gr)	151.23	80.07	136.29	135.10	136.88	97.55
Contenido de humedad W%	9.63	7.14	12.39	10.36	13.67	16.20
Promedio W%	8.39		11.37		14.93	
Peso unitario seco γ_d (gr/cm ³)	1.738		1.668		1.632	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	10842.2		10685.7		10546.9	
Peso Molde	6395.8		6374.2		6375.2	
Peso de Muestra Húmeda	4446.4		4311.5		4171.7	
Volumen Muestra	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m	2.159		2.094		2.026	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	239.97	176.21	259.95	184.51	245.31	120.12
Masa suelo seco + recipiente (gr)	215.20	154.65	232.25	162.42	216.87	105.66
Masa de agua (gr)	24.77	21.56	27.70	22.09	28.44	14.46
Masa del recipiente	90.55	43.38	86.01	45.92	99.49	46.50
Masa suelo seco (gr)	124.65	111.27	146.24	116.50	117.38	59.16
Contenido de humedad W%	19.87	19.38	18.94	18.96	24.23	24.44
Promedio W%	19.62		18.95		24.34	
ENSAYO ESFUERZO vs PENETRACIÓN						
Área Pistón	3 in ²	Velocidad de carga			1.27 mm/min (0.05 in/min)	
MOLDE	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
		(lb/in ²)		(lb/in ²)		(lb/in ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00

0.025	262.3	87.43	148.0	49.32	74.0	24.66
0.050	638.9	212.97	410.2	136.75	170.4	56.79
0.075	990.9	330.29	692.7	230.91	208.5	69.50
0.100	1257.6	419.22	867.6	289.19	273.5	91.17
0.150	1818.1	606.03	1203.8	401.28	329.5	109.85
0.200	2210.4	736.80	1410.1	470.03	484.2	161.41
0.250	2629.6	876.54	1777.7	592.58	726.3	242.11
0.300	3167.7	1055.89	2275.4	758.48	923.6	307.87
0.400	3757.3	1252.42	2649.8	883.27	1237.5	412.49
0.500	4277.4	1425.78	3163.2	1054.39	1499.8	499.92

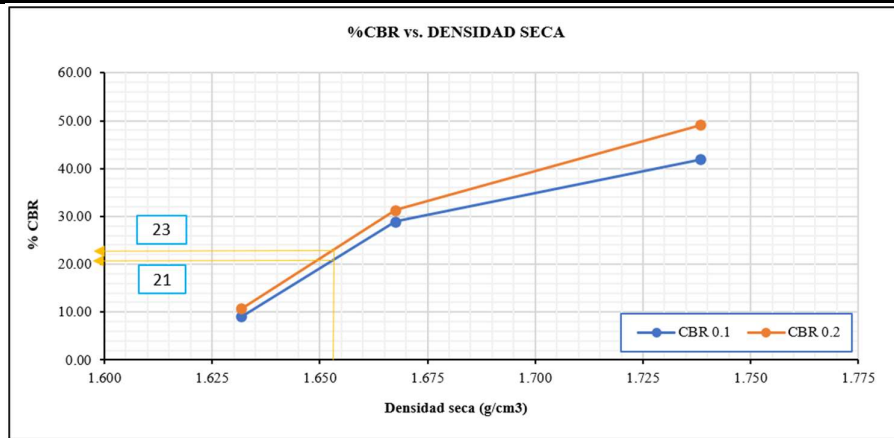
GRÁFICA DEL ENSAYO DE ESFUERZO vs PENETRACIÓN



CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión	CBR 0.1	Densidad	Presión	CBR 0.2	Densidad
	(lb/in ²)	(in)	Seca	(lb/in ²)	(in)	Seca
A	419.22	41.92	1.738	736.80	49.12	1.738
B	289.19	28.92	1.668	470.03	31.34	1.668
C	91.17	9.12	1.632	161.41	10.76	1.632

GRÁFICA DEL CBR vs DENSIDAD SECA



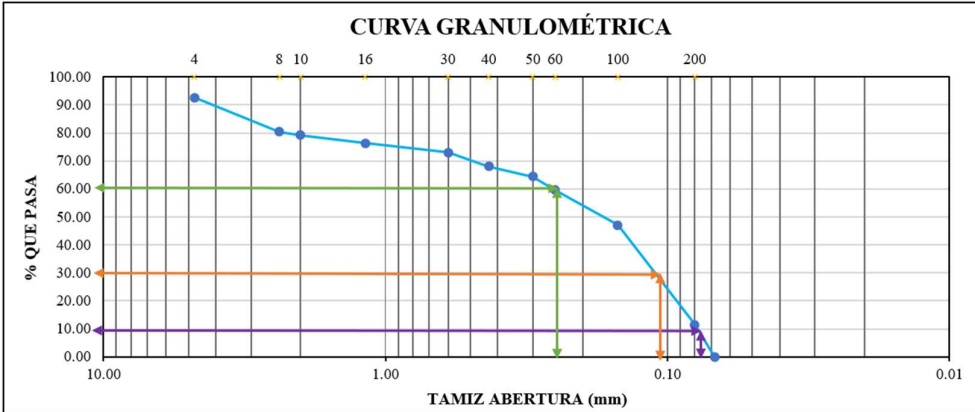


CBR AL 95% vd



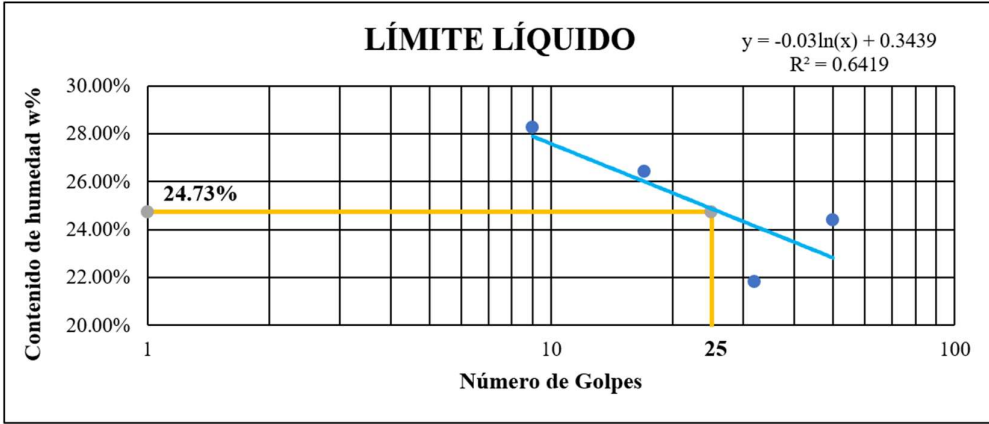
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.740		
DSM	% CBR 0.1 in	% CBR 0.2 in	% CBR mayor	
95%	1.653	21	23	23

CALICATA N°4 SUBRASANTE

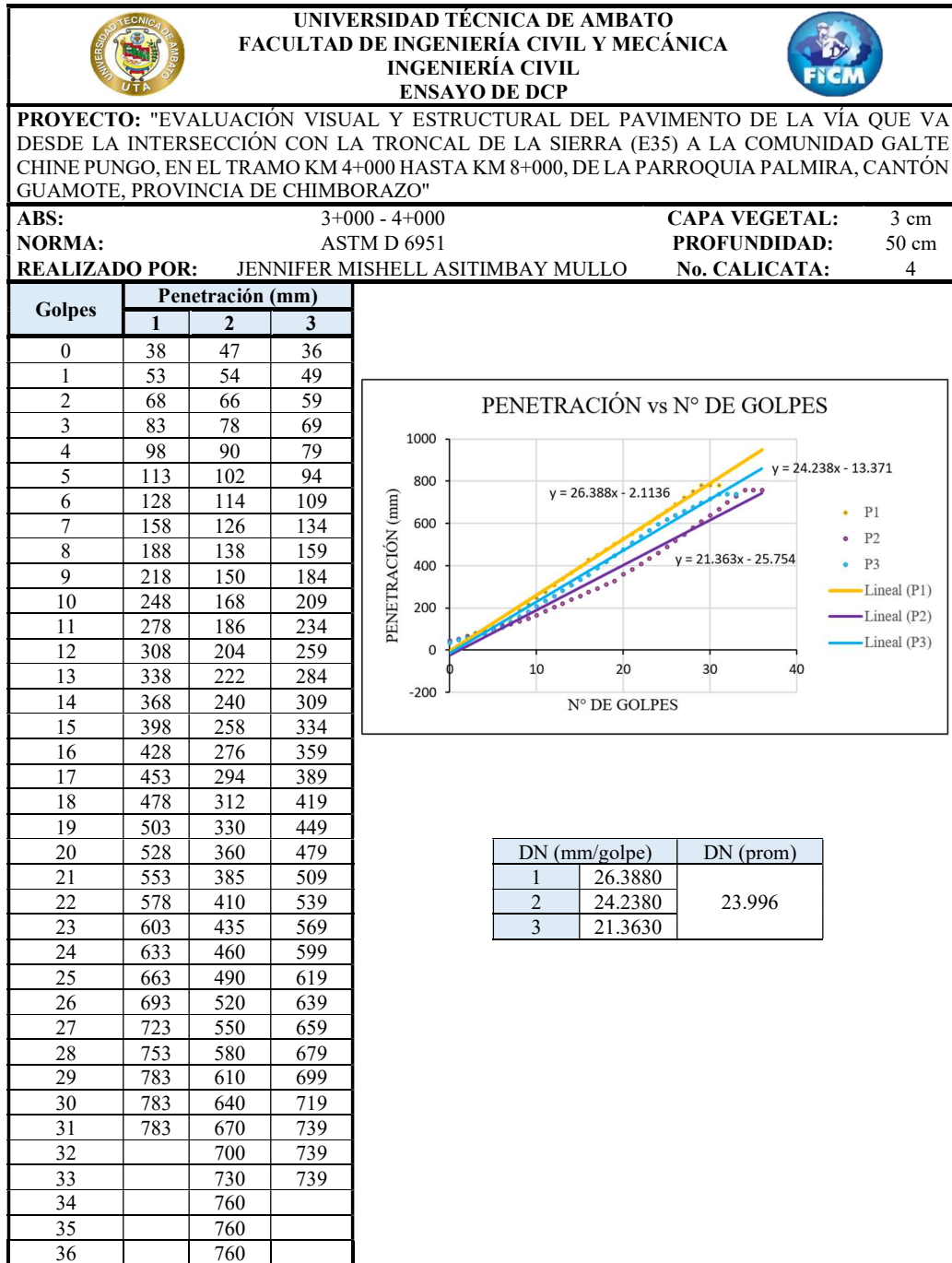
Anexo E-37; Granulometría de la Subrasante – Calicata 4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE GRANULOMETRIA			
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"					
ABS: 3+000 - 4+000		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D 421-58		No. CALICATA: 4			
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	73.50	73.50	7.40	92.60
8	2.38	47.60	121.10	12.19	80.41
10	2.00	12.20	133.30	13.42	79.18
16	1.18	28.80	162.10	16.32	76.29
30	0.60	32.40	194.50	19.58	73.02
40	0.43	49.80	244.30	24.59	68.01
50	0.30	36.10	280.40	28.22	64.38
60	0.25	48.30	328.70	33.09	59.52
100	0.15	123.90	452.60	45.56	47.05
200	0.08	353.60	806.20	81.15	11.45
Pasa 200		187.30	993.50	100.00	
TOTAL			1000.00		
					
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PRORCENTAJE DE MATERIAL		
Tamaño Nominal Máximo TNM mm	4.760	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Efectivo D10mm	0.078				
Diámetro Equiparable D30mm	0.120				
Diámetro Dimensional D60 mm	0.250				
Coefficiente de Uniformidad Cu	3.205				
Coefficiente de Curvatura Cc	0.738	7.40	81.15	11.45	



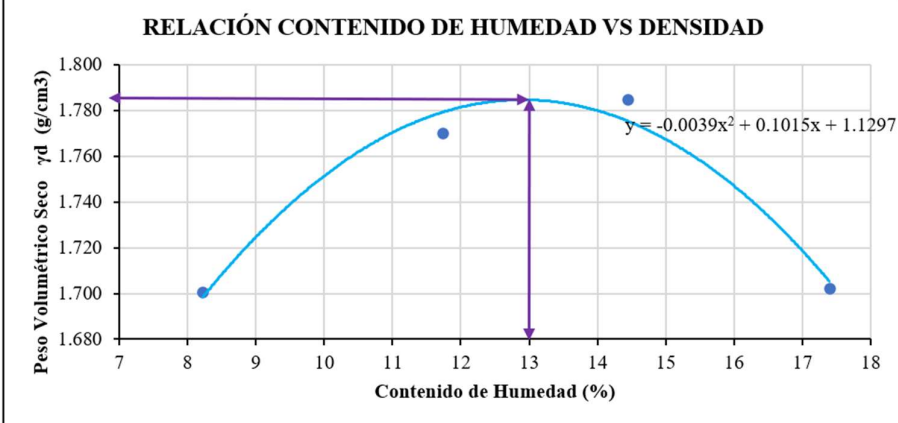
Anexo E-38; Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico de la Subrasante
 – Calicata 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBEG								
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 3+000 - 4+000		No. CALICATA: 4						
NORMA: ASTM D 4318								
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1	9	16.147	13.226	1.916	2.921	11.310	0.258	28.25%
2		17.896	14.159	1.975	3.737	12.184	0.307	
3	17	14.963	12.319	1.905	2.644	10.414	0.254	26.41%
4		11.795	9.673	1.938	2.122	7.735	0.274	
5	32	25.434	22.798	9.073	2.636	13.725	0.192	21.81%
6		18.102	14.938	1.982	3.164	12.956	0.244	
7	50	17.452	14.411	1.935	3.041	12.476	0.244	24.40%
8		18.173	14.985	1.931	3.188	13.054	0.244	
 <p style="text-align: center;">LÍMITE LÍQUIDO</p> <p style="text-align: right;">$y = -0.03\ln(x) + 0.3439$ $R^2 = 0.6419$</p>								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio	
1	2.856	2.605	1.928	0.251	0.677	0.371	23.71%	
2	3.472	3.260	1.951	0.212	1.309	0.162		
3	3.169	2.997	2.015	0.172	0.982	0.175		
4	2.837	2.628	1.928	0.209	0.700	0.299		
5	3.473	3.241	1.945	0.232	1.296	0.179		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad				
24.73%		23.71%		1.02%				
CLASIFICACIÓN								
SISTEMA		SUCS		SP – SM Baja Plasticidad				



Anexo E-39; Ensayo de DCP en la Subrasante – Calicata 4



Anexo E-40; Proctor Modificado de la Subrasante – Calicata 4

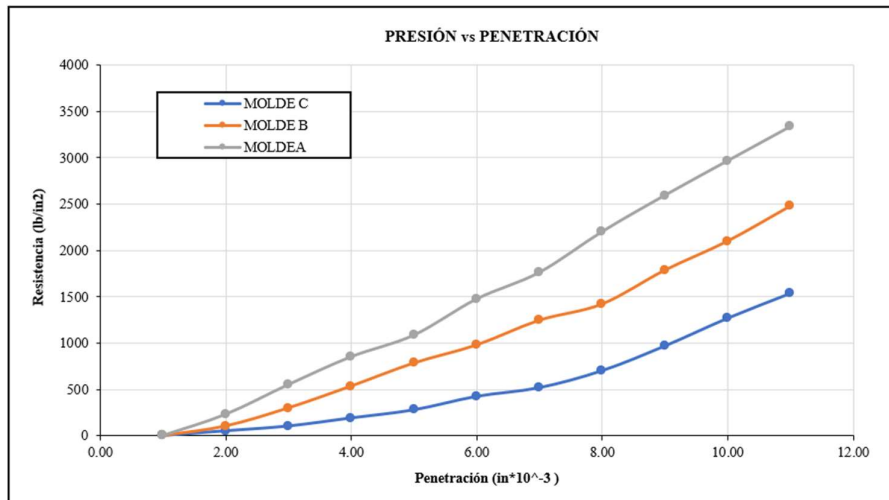
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"								
ABS: 3+000 - 4+000		No. CALICATA: 4						
NORMA: ASTM D 1557 / AASHTO T 180		PROFUNDIDAD: 50 cm						
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO								
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO TIPO A								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS								
Número de Golpes:	25	Altura de Caída:	18"	Peso del Molde:	3791			
Número de Capas:	5	Peso del Martillo:	10 lb	Volumen del Molde:	947.87			
Diámetro interno:	10.2	Altura:	11.6					
Peso Inicial Deseado:	2000	2000	2000	2000				
PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Número de ensayos	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida (%)	0	5	10	15				
Humedad en ml	0	100	200	300				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	5535.50	5665.70	5727.40	5685.10				
Peso suelo húmedo [Wm] (gr)	1744.50	1874.70	1936.40	1894.10				
Peso unitario húmedo [γ_m] (gr/cm ³)	1.840	1.978	2.043	1.998				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente [Wr] (gr)	53.07	43.38	48.05	45.31	42.43	45.10	46.88	56.47
Peso húmedo + recipiente [Wm+Wr]	172.73	178.23	187.82	198.13	186.48	192.13	183.58	189.42
Peso muestra seca + recipiente [Ws+Wr]	162.13	169.74	168.53	187.54	164.55	177.63	165.85	167.36
Peso de la muestra seca [Ws] (gr)	109.06	126.36	120.48	142.23	122.12	132.53	118.97	110.89
Peso del agua [Wm] (gr)	10.60	8.49	19.29	10.59	21.93	14.50	17.73	22.06
Contenido de humedad [W%]	9.72	6.72	16.01	7.45	17.96	10.94	14.90	19.89
Contenido de humedad promedio [W%]	8.219		11.728		14.449		17.398	
Peso Unitario Seco [γ_d] (gr/cm³)	1.701		1.770		1.785		1.702	
RESULTADOS								
Contenido de humedad óptimo (%)			13					
Densidad seca máxima (gr/cm ³)			1.785					
<p style="text-align: center;">RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD</p> 								

Anexo E-41; CBR de la Subrasante – Calicata 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL ESTUDIO DE SUELOS 						
PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"						
ABS: 2+000 - 3+000		No. CALICATA: 4				
NORMA: ASTM D 1883 / AASHTO T 193-63		PROFUNDIDAD: 50		cm		
REALIZADO POR: JENNIFER MISHELL ASITIMBAY MULLO						
ENSAYO DE CBR						
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.785	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	13	%
Altura de Caída	18	in				
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	A		B		C	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1
	Altura	11.5	Altura	11.5	Altura	11.5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
Muestra Húmeda + Molde (gr)	10454.4		10289.7		10117.7	
Peso Molde (gr)	6425.8		6463.8		6115.2	
Peso de Muestra Húmeda (gr)	4028.6		3825.9		4002.5	
Volumen Muestra (cm ³)	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.956		1.858		1.944	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	196.84	198.43	185.53	194.64	208.45	195.48
Masa suelo seco + recipiente (gr)	178.42	188.42	175.92	177.72	186.94	170.41
Masa de agua (gr)	18.42	10.01	9.61	16.92	21.51	25.07
Masa del recipiente	46.96	33.28	45.94	27.48	65.08	45.92
Masa suelo seco (gr)	131.46	155.14	129.98	150.24	121.86	124.49
Contenido de humedad W%	14.01	6.45	7.39	11.26	17.65	20.14
Promedio W%	10.23		9.33		18.89	
Peso unitario seco γ_d (gr/cm ³)	1.775		1.699		1.635	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	10583.9		10296.4		10397.4	
Peso Molde	6425.8		6463.8		6115.2	
Peso de Muestra Húmeda	4158.1		3832.6		4282.2	
Volumen Muestra	2059.40		2059.40		2059.40	
Peso unitario Húmedo γ_m	2.019		1.861		2.079	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Nº del recipiente	1	2	3	4	5	6
Masa suelo húmedo + recipiente (gr)	229.76	185.67	211.34	183.75	195.63	174.35
Masa suelo seco + recipiente (gr)	201.46	165.65	188.69	162.86	180.81	144.78
Masa de agua (gr)	28.30	20.02	22.65	20.89	14.82	29.57
Masa del recipiente	41.41	52.92	55.22	65.11	45.76	46.50
Masa suelo seco (gr)	160.05	112.73	133.47	97.75	135.05	98.28
Contenido de humedad W%	17.68	17.76	16.97	21.37	10.97	30.09
Promedio W%	17.72		19.17		20.53	
ENSAYO ESFUERZO vs PENETRACIÓN						
Área Pistón	3 in ²	Velocidad de carga			1.27 mm/min (0.05 in/min)	
MOLDE	A		B		C	
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
		(lb/in ²)		(lb/in ²)		(lb/in ²)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00

0.025	228.7	76.22	103.1	34.37	51.6	17.19
0.050	549.2	183.08	298.2	99.39	103.1	34.37
0.075	849.6	283.21	533.5	177.85	190.6	63.52
0.100	1082.8	360.93	782.4	260.80	278.0	92.66
0.150	1472.9	490.95	977.4	325.81	423.7	141.23
0.200	1759.8	586.60	1244.2	414.73	517.9	172.62
0.250	2199.2	733.07	1419.1	473.02	701.7	233.89
0.300	2591.5	863.84	1784.5	594.82	968.5	322.82
0.400	2963.7	987.89	2098.3	699.44	1268.9	422.95
0.500	3333.6	1111.19	2477.2	825.73	1537.9	512.62

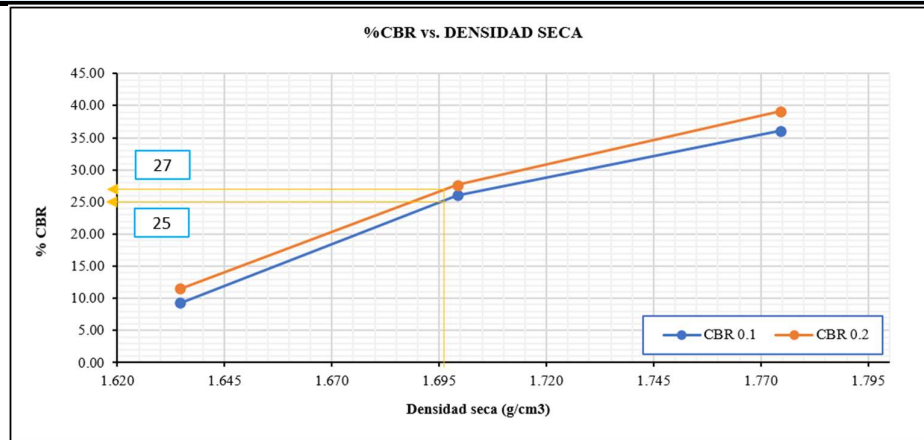
GRÁFICA DEL ENSAYO DE ESFUERZO vs PENETRACIÓN



CBR CORREGIDOS

MOLDE	Presión	CBR 0.1	Densidad	Presión	CBR 0.2	Densidad
	(lb/in²)	(in)	Seca	(lb/in²)	(in)	Seca
A	360.93	36.09	1.775	586.60	39.11	1.775
B	260.80	26.08	1.699	414.73	27.65	1.699
C	92.66	9.27	1.635	172.62	11.51	1.635

GRÁFICA DEL CBR vs DENSIDAD SECA



CBR AL 95% vd

Densidad seca máxima (gr/cm³)		1.785		
DSM		% CBR 0.1 in	% CBR 0.2 in	% CBR mayor
95%	1.696	25	27	27

ANEXO F

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS

Anexo F-1; Micropavimento

CAPA DE SELLADO CON MEZCLAS DENSAS EN FRIO

405-7.1 Mortero Asfáltico (Slurry Seal)

El mortero asfáltico conocido mundialmente como Slurry Seal por su nombre original en inglés, fue definido alrededor de los años 1960 por el Sr. Raymond Young inventor de la máquina de aplicación continua de esta tecnología como “an asphaltic mortar like mix”, cuya traducción se refiere a una mezcla asfáltica tipo mortero, resultado de la combinación de emulsión asfáltica y agregados con granulometría específica más la adición de componentes que se detallan a continuación.

El mortero asfáltico aprobado con normas; ASTM D3910, ISSA A105 (International Slurry Surfacing Association o Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros) y bajo especificaciones nacionales MOP-001-F 2000, sección 405-7, se define como la mezcla compuesta por emulsión asfáltica, agregados pétreos triturados con granulometría definida, relleno mineral, agua y en ciertos casos aditivos, todo esto proporcionalmente mezclado de acuerdo al Diseño de Mezcla, el cual define la Fórmula Maestra de Obra. Esta mezcla aplicada como superficie de desgaste sobre pavimentos, es producida, esparcida y uniformemente distribuida por una máquina especialmente diseñada para este propósito, la misma que deberá adherirse firmemente sobre una capa de rodadura previamente preparada, logrando propiedades de impermeabilidad y antideslizantes durante todo el tiempo de vida.

El mortero asfáltico se aplica en capas delgadas ($1\frac{1}{2}$ veces el tamaño máximo del agregado) de acuerdo a requerimientos de los documentos contractuales.

Morteros asfálticos de mayor rendimiento pueden ser diseñados para aumentar ciertas características del mortero para una particular finalidad ya sea con la adición de polímeros o algún otro material para la recuperación de ahuellamientos, resistencia al agrietamiento, incremento de rugosidad, etc.

El término genérico Mortero Asfáltico define a varios tratamientos utilizados en la conservación de pavimentos como: Mortero Asfáltico, Mortero Asfáltico Modificado con Polímeros y Micro-Pavimentos.

Mortero Asfáltico: Es la mezcla de agregados, emulsión asfáltica, agua, relleno mineral y aditivos debidamente proporcionados, mezclados y esparcidos sobre una superficie apropiadamente preparada.

Mortero Asfáltico Modificado con Polímeros: Es un mortero asfáltico diseñado con una emulsión que ha sido modificada con polímeros cuyo objetivo es mejorar una o más

propiedades del mortero, bajo requerimientos de un proyecto particular. Modificando las emulsiones se mejora la liga entre el asfalto y los agregados, consiguientemente se obtiene más durabilidad y mejor textura en el mortero asfáltico.

Micro-Pavimento: Es la mezcla de una emulsión catiónica modificada con polímeros, agregados triturados, agua, relleno mineral y otros aditivos, apropiadamente proporcionados y esparcidos sobre una superficie preparada. El objetivo de la utilización de polímeros en mezclas de Micro-Pavimentos es reducir la susceptibilidad del ligante a los cambios térmicos en la vía, permitiendo rendimientos más elevados que en Morteros Asfálticos. Los micro pavimentos se pueden aplicar en espesores de una sola capa o multicapas, en proyectos de recuperación de ahuellamientos y repavimentación.

405-7.1.1 Tráfico

Los criterios normativos para la aplicación de los diferentes tratamientos con mortero asfáltico se basarán de acuerdo al volumen y tipo de tráfico según se indica en el siguiente cuadro:

TRATAMIENTO	GRANULOMETRÍA	VOLUMEN DEL TRÁFICO			VELOCIDAD DEL TRÁFICO	
		LIVIANO - MEDIO	MEDIO - PESADO	PESADO - MUY PESADO	BAJA	ALTA
Mortero Asfáltico	Tipo II*	X			X	
	Tipo III	X				X
Mortero Asfáltico modificado con polímeros	Tipo II*		X		X	
	Tipo III		X			X
Micro-pavimento				X	X	
				X		X

* Recomendado también para su aplicación en aeropuertos.

Fuente: MTOP -2002 [18]

405-7.1.2 Materiales

Agregados – Los agregados deben cumplir un óptimo control de calidad. Para obtener una aplicación de alto rendimiento con morteros asfálticos, el proceso de trituración y manejo de agregados incluirá un control en la granulometría, fracturación de caras, limpieza del material y el equivalente de arena. Los agregados deben ser 100 % triturados, sin fluctuaciones drásticas en su granulometría que afecten el diseño de mezcla previamente aprobado. Básicamente la Asociación Internacional de Recubrimientos con Morteros (ISSA) describe tres granulometrías estándar, sin embargo por su uso convencional en todo el mundo únicamente se utilizan dos: Tipo II y Tipo III; cada una diseñada y seleccionada de acuerdo a la estructura existente, tráfico y condiciones climatológicas en el área de aplicación.

Tipo	II	III
Tamaño del Tamiz	Porcentaje que Pasa	
9.5 mm (3/8")	100	100
4.75 mm (No. 4)	90-100	70-90
2.36 mm (No. 8)	65-90	45-70
1.18 mm (No. 16)	45-70	28-50
600 micrones (No. 30)	30-50	19-34
300 micrones (No. 50)	18-30	12-25
150 micrones (No. 100)	10-21	7-18
75 micrones (No. 200)	5-15	5-15
Contenido de asfalto en el mortero asfáltico %	7.5-13.5	6.5-12
Típica tasa de aplicación kg/m ²	5.4-9.1	8.2-13.6

Fuente: MTOP -2002 [18]

El peso suelto promedio del agregado es de 1730 kg/m³ y puede variar de 1250 kg/m³ a 1850 kg/m³. Todos los diseños de mezcla de Mortero Asfáltico se basan en el peso seco del agregado. Por lo tanto, se deberá tomar en cuenta la variación del peso volumétrico suelto del agregado, recomendándose que el equipo de aplicación sea calibrado para cada fuente de agregado.

Granulometría típica de Agregados para Morteros Asfálticos

Tipo II	Tipo III
¼"	⅜"
5-6 mm	9-10 mm
Para aplicaciones en:	Para aplicaciones en:
Aeropuertos, carreteras y vías urbanas	Carreteras, autopistas y vías urbanas

Fuente: MTOP -2002 [18]

Requerimientos para los agregados

MORTERO ASFÁLTICO	NORMA
Equivalente de Arena > 45	ASTM D 2419
Pérdida por Abrasión (Los Ángeles) 35% máx	ASTM C 131 – AASHTO T 96 - INEN 860
Granulometría	ASTM C 136 - AASHTO T 27

Fuente: MTOP -2002 [18]

Relleno Mineral – De acuerdo a la norma ASTM D 546 – AASHTO T37, se pueden utilizar indistintamente como relleno mineral: cemento Pórtland Tipo I, cal hidratada, polvo de piedra caliza o ceniza volcánica, con un porcentaje máximo del 2 %. La adición de este relleno mineral tiene como finalidad incrementar las propiedades de manejabilidad en la mezcla, así como, mejorar la parte fina de la curva granulométrica de los agregados, influyendo en el comportamiento a la ruptura y curado del mortero asfáltico.

Las máquinas pavimentadoras permiten realizar ajuste de aditivos de relleno mineral en campo para optimizar características adecuadas de flujo, rompimiento y curado.

Emulsión Asfáltica – La emulsión asfáltica se define como la dispersión de micro-partículas de asfalto dentro de una matriz acuosa estabilizada químicamente, la cual es utilizada

básicamente para la producción de mezclas asfálticas en frío (mezclas abiertas, microaglomerados [mezclas densas], reciclados, estabilizaciones, etc.) y como ligante emulsionado en riegos.

La emulsión asfáltica a utilizar debe obedecer a un diseño previo, de acuerdo a las características de los agregados, mezcla, tipo de aplicación, condiciones ambientales y climatológicas.

Las emulsiones asfálticas recomendadas para morteros asfálticos son normalmente del tipo CSS-1, CSS-1h (emulsión catiónica de ruptura lenta) y CQS-1h (emulsión catiónica de ruptura rápida para mezclas); las cuales deberán ser especialmente ensayadas para verificar la compatibilidad y reactividad con los agregados y deberán ser suministradas con el correspondiente certificado de análisis y producción de acuerdo al diseño solicitado.

Requerimiento Obligatorio:

“Es importante remarcar y hacer del conocimiento de Organismos Gubernamentales, Contratistas Públicos y Privados y Usuarios en General, que nunca se deberá aceptar una emulsión asfáltica solo por el hecho de ser del tipo de emulsión especificada para una determinada aplicación y se encuentre almacenada o no, obligatoriamente se deberá someter a un diseño de acuerdo a las características del material pétreo, de la mezcla, tipo de aplicación, condiciones ambientales y climatológicas”.

Ensayos para Emulsiones.- Los principales ensayos para emulsiones son descritos por la Normas ASTM D 977 y MOP-001-F 2000 subsección 810- 4. Tabla 810-4.2.

Pruebas de control de calidad en la producción:

Contenido de asfalto residual en la emulsión asfáltica: determina el contenido de asfalto de acuerdo a norma ASTM D 244 – AASHTO T 59. Penetración del residuo de la emulsión: define la dureza del asfalto como se especifica en normas ASTM D 2397 – AASHTO T 49.

Pruebas generales de emulsiones asfálticas:

Viscosidad ASTM D 244.- Determina la manejabilidad de la emulsión en el campo. Asentamiento ASTM D 244.- Determina la estabilidad al almacenamiento. Tamizado ASTM D 244.- Determina la estabilidad al manejo y al almacenamiento prolongado.

Polímeros (para morteros asfálticos modificados) – La adición de polímeros mejora las propiedades de cohesión y adhesión, incrementa la rigidez y reduce la susceptibilidad al cambio de temperatura. El incremento de la rigidez evita la formación de ahuellamientos en climas cálidos y permite el uso de cementos asfálticos más blandos, mismos que se comportan de mejor manera en climas fríos.

Los polímeros pueden ser agregados durante la preparación de la solución jabonosa o pueden ser mezclados con el cemento asfáltico en la planta de emulsión, antes del proceso de emulsificación. La cantidad mínima y el tipo del polímero modificador deberá ser determinada por el laboratorio responsable del diseño de mezcla. La cantidad de polímeros sólidos deberá basarse en el contenido del residuo asfáltico en peso; para mezclas de micro-pavimentos se especifica esta cantidad en un porcentaje del 3 al 4%.

Los polímeros utilizados en morteros asfálticos son los mismos que se aplican en otras mezclas asfálticas. El látex natural generalmente es el más común, pudiéndose utilizar también otros como: SBR (styrene-butadienerubber), SBS (styrene-butadiene-styrene) y EVA (ethylene-vinil-acetate).

Agua – El agua es el principal factor en la determinación de la consistencia del mortero asfáltico durante su producción y aplicación, formando parte importante en la estabilidad de la mezcla.

Dependiendo del porcentaje de humedad que contienen los agregados se determinará la adición de agua como recubrimiento en la mezcla. Generalmente la cantidad de agua a añadirse es de aproximadamente 10% respecto al peso del agregado seco.

Ensayos para el agua.- El agua debe cumplir con la norma del MOP-001-F 2000.

Aditivos de Control de Ruptura en Campo – La alta temperatura y reactividad de los agregados condicionan al rompimiento y curado del mortero asfáltico. Para ajustar este proceso en el campo es necesario adicionar aditivos químicamente similares a los emulsificantes, se añaden en porcentajes del 0,1 - 0,5 % de la mezcla.

405-7.1.3 Equipo

El equipo mínimo indicado y señalado por las especificaciones MOP-001-F 2000 sección 405-7.03. y la ISSA A105, que deberá disponer el Contratista para la preparación, distribución y aplicación de la capa de mortero asfáltico es:

Una pavimentadora de mortero asfáltico.

Una barredora mecánica para la limpieza de la vía.

Un sistema de mallas para el tamizado de los agregados en el banco de materiales.

Una máquina cargadora frontal para alimentar el agregado tamizado. Máquina pavimentadora de Mortero Asfáltico

La máquina pavimentadora de mortero asfáltico debe estar montada sobre un camión o sobre una unidad auto-propulsada y estará equipada con:

Sistema de Agregados – Compuesto por tolva almacenadora de agregados, banda transportadora de neopreno tipo continuo sobre rodillos para alimentación al mezclador,

vibrador de frecuencia variable, compuerta de apertura variable con contador digital para su calibración.

Sistema de Emulsión – Compuesto por tanque de almacenamiento con indicador de nivel, bomba de desplazamiento positivo encamisada térmicamente para alimentación y recirculación.

Sistema de Agua – Compuesto por tanque para almacenamiento con indicador de nivel, bomba centrífuga, barra rociadora de agua, tuberías de conexión, medidor de flujo y válvula solenoide electro-neumática de apertura y cierre.

Sistema Alimentador del Relleno Mineral – Compuesto por tolva almacenadora, alimentador tipo gusano sin fin de acción reversible y velocidad variable.

Sistema de Aditivo – Compuesto por tanque de almacenamiento anti-corrosivo, bomba alimentadora de desplazamiento positivo con velocidad variable y medidor de flujo.

Sistema de Mezclado – Equipado con mezclador de ejes gemelos con paletas de giro reversible (tipo “pugmill”). El espacio comprendido entre las paletas y la cámara de mezclado está de acuerdo a la granulometría máxima del mortero asfáltico (Tipo III).

Caja Terminadora/Esparcidora – De expansión hidráulica inclusive en movimiento, equipada con gusanos sin fin de control hidráulico reversible y velocidad variable para esparcir la mezcla, controles de espesor de mezcla, barra secundaria con dispositivos de neopreno o uretano para el terminado final de la aplicación. El objetivo de esta barra es ajustar el terminado de la superficie de rodadura con las características de rugosidad requeridas.

Dispositivos de Dosificación – La máquina estará equipada con controles individuales de alimentación en volumen o peso, para la dosificación exacta de todos los materiales que se suministren al mezclador. Las cantidades de emulsión, agregados y relleno mineral son fijadas antes de la aplicación, solamente el agua y el aditivo especificados en el diseño, deberán de ser controlados durante el tendido en obra en función de las condiciones climáticas.

Calibración de la máquina aplicadora de morteros asfálticos.- La calibración de una máquina aplicadora y sus dispositivos de dosificación es obligatoria, para obtener las proporciones adecuadas de todos los componentes de la mezcla diseñada. Cada máquina a ser usada en la ejecución de un contrato deberá ser calibrada previamente en presencia de Fiscalización.

Previo a la calibración, los documentos que amparan el suministro exacto de materiales a ser usados deben ser aceptados y aprobados igualmente por Fiscalización.

La documentación de calibración deberá incluir calibraciones individuales para cada material, a varios porcentajes de acuerdo a los dispositivos de dosificación de la máquina.

Fiscalización no aceptará la utilización de una máquina sin que ésta no haya sido calibrada previamente. El proceso de calibración se realiza mediante la obtención de datos en peso de los materiales, los mismos que se grafican considerando la variación de los dispositivos de control de suministro de materiales en la máquina. En el eje de las abscisas se anota el peso y en las ordenadas la apertura de compuertas o válvulas de control de los sistemas a calibrar.

405-7.1.4 Procedimiento de Trabajo

La superficie a pavimentarse con Mortero Asfáltico deberá ser preparada cuidadosamente, recuperando el perfil longitudinal y transversal con sistemas de bacheo y sellado de grietas utilizando el equipo, métodos y procedimientos adecuados.

Se deberá utilizar el barrido como método de limpieza, para eliminar la mayor cantidad de polvos y materiales nocivos al mortero. El riego de agua previo a la aplicación del mortero se recomienda como control de ruptura prematura de la mezcla y mejorador de adherencia a la superficie existente. Dependiendo de las condiciones climáticas, se aplicará el riego de pulverización con agua incluido en la máquina aplicadora.

Una vez que los componentes del Mortero Asfáltico son mezclados se inicia el proceso de ruptura de la mezcla. El tiempo de este proceso depende de la química de los agregados y finos, formulación de la emulsión, tipo y concentración de aditivos así como la temperatura ambiental. Para permitir el tendido del mortero asfáltico sobre la vía, se requiere un tiempo mínimo de mezclado de 120 a 300 segundos, durante el cual el mortero asfáltico permanece fluido y puede ser distribuido sobre la superficie. Una vez colocado sobre la vía el mortero asfáltico continúa con el proceso de ruptura y agua clara es liberada. La terminación del proceso químico de ruptura del mortero asfáltico se logra cuando la coloración de la mezcla cambia de café a negro en pocos minutos.

El tiempo de apertura al tráfico se establece cuando la mayor parte de agua es expulsada de la mezcla, lo que ocurre en función del sistema de mortero asfáltico utilizado. Para morteros asfálticos tipo CSS, la apertura se establece en un tiempo aproximado de 2 a 4 horas. Para morteros asfálticos tipo CQS la apertura se establece en 60 minutos o menos.

El proceso de curado de una mezcla de morteros asfálticos se logra cuando la totalidad del agua en la mezcla es liberada, este proceso ocurre dentro de las primeras 48 horas después de su aplicación.

405-7.1.5 Diseño de Mezcla en Laboratorio

Además de las guías y métodos de ensayos para el diseño de morteros asfálticos establecidos por la ISSA y ASTM, y mencionados en el numeral 405-7.2, se han desarrollado otras metodologías de control específicas para determinar el diseño de mezcla del mortero asfáltico:

Prueba de cohesión en húmedo (ASTM D3910): determina los tiempos de ruptura de la mezcla y su apertura al tráfico.

Prueba de mezclado manual (ISSA TB 113): determina la compatibilidad de los materiales y el tiempo mínimo de mezclado.

Prueba de abrasión bajo agua (ISSA TB 100): determina el contenido mínimo de emulsión asfáltica en la mezcla de Mortero Asfáltico.

Prueba de rueda cargada (ISSA TB 109): determina el contenido máximo de emulsión asfáltica en la mezcla de Mortero Asfáltico.

Determinación del contenido óptimo de emulsión asfáltica en el diseño de la mezcla.-

Las pruebas de los numerales 4) y 5) deben ser realizadas para varios contenidos de emulsión asfáltica, los resultados se grafican en ejes cartesianos y se anotan como se indica a continuación:

Gráfico No. 1: Resultado de la prueba de abrasión bajo agua

Abcisas (x): Contenido de emulsión asfáltica

Ordenadas (y): Pérdida de peso

Gráfico No. 2: Resultado de la prueba de rueda cargada

Abcisas (x): Contenido de emulsión asfáltica

Ordenadas (y): Incremento de peso

Para determinar el contenido óptimo de emulsión asfáltica se utiliza la superposición de las dos gráficas anteriores. El mismo se obtiene en el punto medio de un rango de tolerancia del 3% medido en forma decreciente a partir del punto máximo de contenido asfáltico en la curva del Gráfico No. 2.

Tolerancia: El contenido óptimo de emulsión asfáltica en el diseño de mezcla está determinado por la función del efecto “bulk” (saturación en campo) de los agregados.

El rango de tolerancia del contenido óptimo de emulsión asfáltica es de $\pm 1,5\%$.

Requerimientos Técnicos de Laboratorio para el Diseño de Mezcla

El organismo gubernamental a cargo de la ejecución de obras con la utilización de la tecnología de emulsiones asfálticas deberá solicitar anticipadamente al Contratista los siguientes documentos que amparen el proyecto en particular a ejecutarse:

Reporte Técnico de Laboratorio para Diseño de Mezcla

Tabla No. 1: Análisis y Evaluación de los Agregados Triturados Propuestos

Tabla No. 2: Análisis y Evaluación de la Emulsión Propuesta

Tabla No. 3: Resultado del Diseño de Mezcla

405-7.6 Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de la capa de sello de mortero asfáltico, serán los metros cuadrados de superficie terminada, y aceptada.

405-7.7 Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para el rubro designado a continuación.

Este precio y pago constituirán la compensación total por la preparación de la superficie a sellarse, la producción y suministro de los agregados, el suministro de la emulsión asfáltica, aditivos, el mezclado, transporte, distribución y compactación del sello de mortero asfáltico; así como mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección. [18]

Anexo F-2; Limpieza cunetas / canales (a mano)

LIMPIEZA CUNETAS/CANALES (A MANO)

Descripción.- El trabajo consistirá en la limpieza de las cunetas revestidas y no revestidas para recuperar su área de funcionamiento para el adecuado drenaje de las aguas de lluvia. La limpieza de maleza y sedimento acumulados en las cunetas revestidas debe realizarse únicamente a mano para evitar causar daños en la estructura del revestimiento de la cuneta. El material producto de la limpieza de las cunetas no se dejará acumulado al costado de la vía por mucho tiempo y deberá ser desalojado lo más pronto posible a los sitios autorizados por la fiscalización. [27]

Equipo mínimo.- Herramienta menor.

Medición y pago.- Se medirá el volumen promedio de limpieza por tramos de cuneta, y se pagará por metro cúbico.

Rubro.- Limpieza Cunetas/Canales (a mano)

Unidad.- m³ [27]

SEÑALÉTICA HORIZONTAL

Anexo F-3; Marcas de pavimento segmentada a=10cm, Marcas de pavimento continuo a=10cm, Tachas unidireccionales (instalación, incluye bitumen), Tachas reflectivas bidireccionales (suministro e instalación)

MARCAS DE PAVIMENTO SEGMENTADA A=10CM

MARCAS DE PAVIMENTO CONTINUO A=10CM

TACHAS UNIDIRECCIONALES (INSTALACIÓN, INCLUYE BITUMEN)

TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCIONALES (SUMINISTRO E INSTALACIÓN)

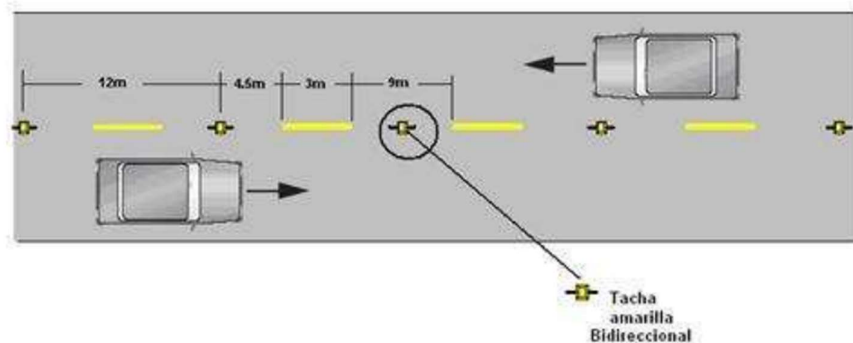
5.3.1. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta. Estas líneas deben ser color amarillo, y pueden ser traslapadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los viajes. Ver figura 5.3 y tabla 5.3 se presentan dos tipos de líneas centrales segmentadas.

TABLA 5.3 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada:

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12.00	3-9
Mayor a 50	150	12.00	3-9

Fuente: RTE INEN 004-2:2011 [29]

FIGURA 5.3. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



Fuente: RTE INEN 004-2:2011 [29]

En zonas donde se tenga características geométricas, condiciones climáticas o de visibilidad adversas, deben instalarse tachas de color amarillo y colocarse centradas en las separaciones o brechas. [29]

Medición y Forma de Pago. Consiste en verificar en los planos y en sitio y para este rubro será considerado tanto como unidad, (U) y metro lineal (m).

Equipo Mínimo. –

Herramientas manuales (5% M.O.)

Franjadora

Camioneta 2000 CC

Caldero

Mano de Obra Mínima. –

Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Operador de equipo liviano

Peón

CHOFER: Otros camiones

Materiales Mínimos. –

Pintura de tráfico

Microesferas de vidrio

Diluyente para pintura Trafico

Marcas de pavimento segmentada a=10cm

Unidad: metro lineal (m)

Equipo Mínimo. –

Herramientas manuales (5% M.O.)

Franjadora

Camioneta 2000 CC

Caldero

Mano de Obra Mínima. –

Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Operador de equipo liviano

Peón

CHOFER: Otros camiones

Materiales Mínimos. –

Pintura de tráfico

Microesferas de vidrio

Diluyente para pintura Trafico

Marcas de pavimento continuo a=10cm

Unidad: metro lineal (m)

Equipo Mínimo. –

Herramientas manuales (5% M.O.)

Camioneta 2000 CC

Mano de Obra Mínima. –

Peón

CHOFER: Otros camiones

Materiales Mínimos. –

Tachas unidireccionales

Bitumen

Tachas unidireccionales

Unidad: Unidad (U)

Equipo Mínimo. –

Herramientas manuales (5% M.O.)

Camioneta 2000 CC

Mano de Obra Mínima. –

Peón

CHOFER: Otros camiones

Materiales Mínimos. –

Tachas reflectivas bidireccionales

Bitumen

Tachas reflectivas bidireccionales

Unidad: Unidad (U) [26]

SEÑALÉTICA VERTICAL

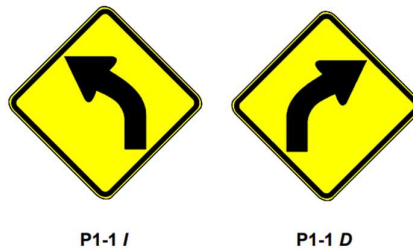
Anexo F-4; Curva Derecha y Curva Izquierda

7.5.3. Curva abierta izquierda (P1-2I) derecha (P1-2D). Indican la aproximación a curvas abiertas; y se instalan en aproximaciones a una curva abierta a la izquierda o derecha. De acuerdo a las circunstancias puede complementarse con una señal aconsejada de velocidad R4-1 [28].

Cambiar símbolos

Símbolo y orla negros

Fondo amarillo retro reflectivo



Fuente: RTE INEN 004-1:2011 [28]

Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2A (I ó D)	750 x 750
P1-2A (I ó D)	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-1:2011 [28]

Medición y Forma de Pago. Consiste en verificar en los planos y en sitio y para este rubro será considerado tanto como unidad, (U).

Equipo Mínimo. –

Herramientas manuales (5% M.O.)

Mano de Obra Mínima. –

Peón, Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales Mínimos. –

SEÑALÉTICA CURVA DERECHA

Curva derecha

Unidad: unidad (U)

Equipo Mínimo. –

Herramientas manuales (5% M.O.)

Mano de Obra Mínima. –

Peón, Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales Mínimos. –
SEÑALÉTICA CURVA IZQUIERDA
Curva izquierda
Unidad: unidad (U) [26]

Anexo F-5; Velocidad Máxima 40-60-90 Km/H

VELOCIDAD MÁXIMA 40-60-90 KM/H

6.8.1. Límite máximo de velocidad (R4-1). Esta señal se utiliza para indicar a velocidad máxima permitida en un tramo de vía, cuando dicho límite difiere de los establecidos en la Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial y su Reglamento General de Aplicación. Su instalación requiere de un estudio previo de dicho tramo, que considere el tipo de vía, su velocidad de diseño y de operación, la accidentalidad registrada, el uso del suelo del sector adyacente, etc. Esta señal será complementada con placas: livianos, pesados y buses, dependiendo del requerimiento.

También se utiliza para restituir los límites de velocidad de una vía, no debiendo usarse para estos efectos la señal FIN PROHIBICIÓN O RESTRICCIÓN.

Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de [28].

Símbolo y orla negros

Círculo rojo retro reflectivo

Fondo amarillo retro reflectivo



R4-1

Fuente: RTE INEN 004-1:2011 [28]

Código	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

Fuente: RTE INEN 004-1:2011 [28]

Medición y Forma de Pago. Consiste en verificar en los planos y en sitio y para este rubro será considerado tanto como unidad, (U).

Equipo Mínimo. –

Herramientas manuales (5% M.O.)

Mano de Obra Mínima. –

Peón,

Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales Mínimos. –

Señalética Velocidad Máxima 40-60-90 km/h

Velocidad Máxima 40-60-90 km/h

Unidad: unidad (U) [26]

Anexo F-6; Señalización de sitio

SEÑALIZACIÓN DE SITIO (2.40 x 3.5) m

8.10. Nombres de ciudades, ríos, sitios, puentes, etc. (I1-3c). Estas señales indican a los conductores los nombres de los lugares específicos en el que se encuentra.

8.10.1 Ubicación.- Estas señales deben ser colocadas al lado derecho de la vía y donde sean claramente visibles para el conductor que se aproxima, pero no deben distraerlo de otras señales esenciales de dirección, preventivas o regulatorias.

8.10.2 Forma y color.- Estas señales son rectangulares, con el eje horizontal más largo. Los colores son: fondo verde y las letras, flechas y orla, blanco. Cambian el color.

8.10.3 Letras.- Se debe utilizar letras mayúsculas de la serie D o E; sin embargo, si la leyenda es muy larga, puede utilizarse a serie C. La altura mínima de letra a utilizarse es de 140 mm [28].



Fuente: RTE INEN 004-1:2011 [28]

Medición y Forma de Pago. Consiste en verificar en los planos y en sitio y para este rubro será considerado tanto como unidad, (U).

Equipo Mínimo. –

Herramientas manuales (5% M.O.)

Soldadora

Camión 5TN

Mano de Obra Mínima. –

Peón

Técnico electromecánico de construcción

Chofer profesional licencia tipo E. transporte de pasajeros clase B y C según el caso <Estr.Oc.

Materiales Mínimos. –

LETRERO DE SEÑALIZACION DE SITIO

Ho. Simple 210Kg/cm²

TUBO HG D= 3"

SOLDADURA

TUBO CUADRADO DE 30X30X3 mm

Señalización de sitio (2.40 x 3.5)

Unidad: unidad (U) [26]

ANEXO G

REGISTRO DE

FOTOGRAFÍAS

Anexo G-1; Anexos fotográficos de todas las actividades realizadas

ACTIVIDADES REALIZADAS	
CONTEO VEHICULAR PARA DETERMINAR TPDA	
Fotografía 1	Fotografía 2
 <p>Conteo vehicular</p>	 <p>Punto de estación de conteo vehicular</p>
EVALUACIÓN VISUAL PCI	
Fotografía 3	Fotografía 4
 <p>Abcísado de la vía</p>	 <p>Unidad de muestreo</p>
Fotografía 5	Fotografía 6
 <p>Evaluación visual de la vía</p>	 <p>Medición de fallas</p>

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL MEDIANTE VIGA BENKELMAN

Fotografía 7



Báscula para controlar peso

Fotografía 8



Peso de la volqueta

Fotografía 9



Armado de la Viga Benkelman

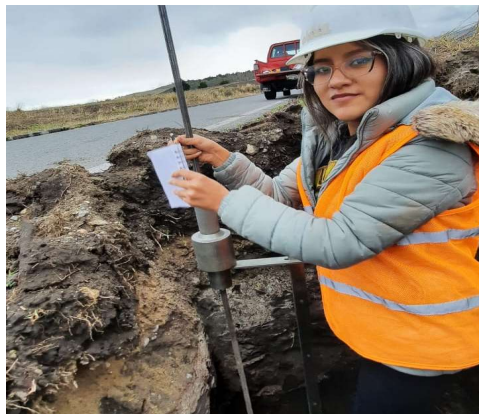
Fotografía 10



Medición de deflexiones en la vía

ENSAYO DE DCP

Fotografía 11



Ensayo de DCP

Fotografía 12



Medición de penetración

EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

Fotografía 13



Realización de calicatas con retroexcavadora

Fotografía 14



Medición de pozo a cielo abierto y elección de muestras

ENSAYOS DE SUELOS

Fotografía 15



Granulometría

Fotografía 16



Límite Plástico

Fotografía 17



Límite Líquido

Fotografía 18



Proctor Modificado

Fotografía 19



Saturación de moldes de CBR

Fotografía 20



Ensayo de CBR

Fotografía 21



Máquina de Los Angeles para ensayo de Abrasión

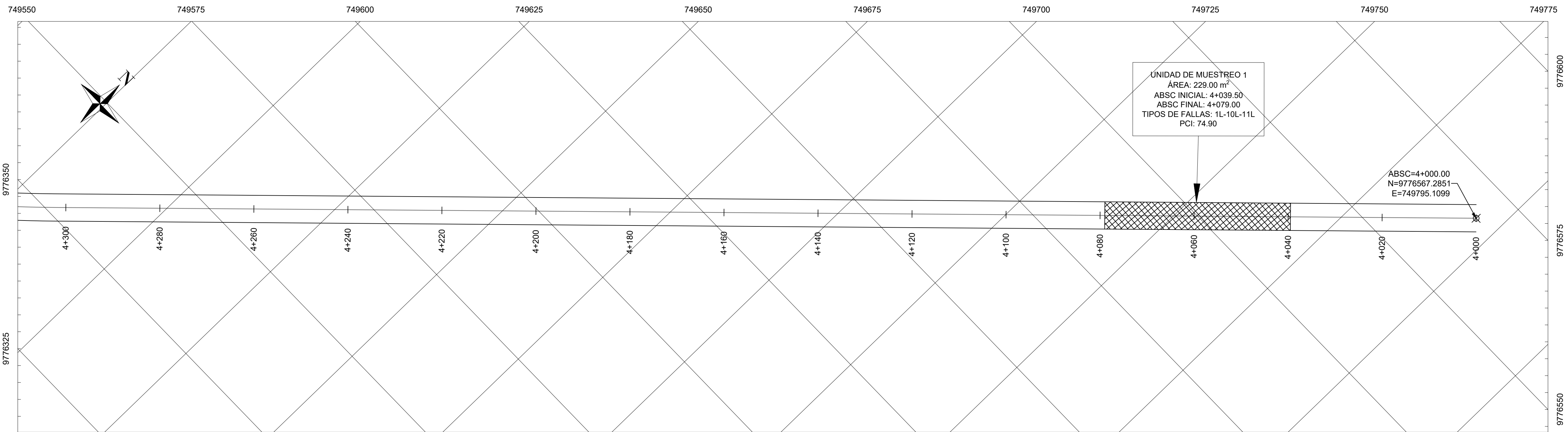
Fotografía 22



Ensayo de Abrasión

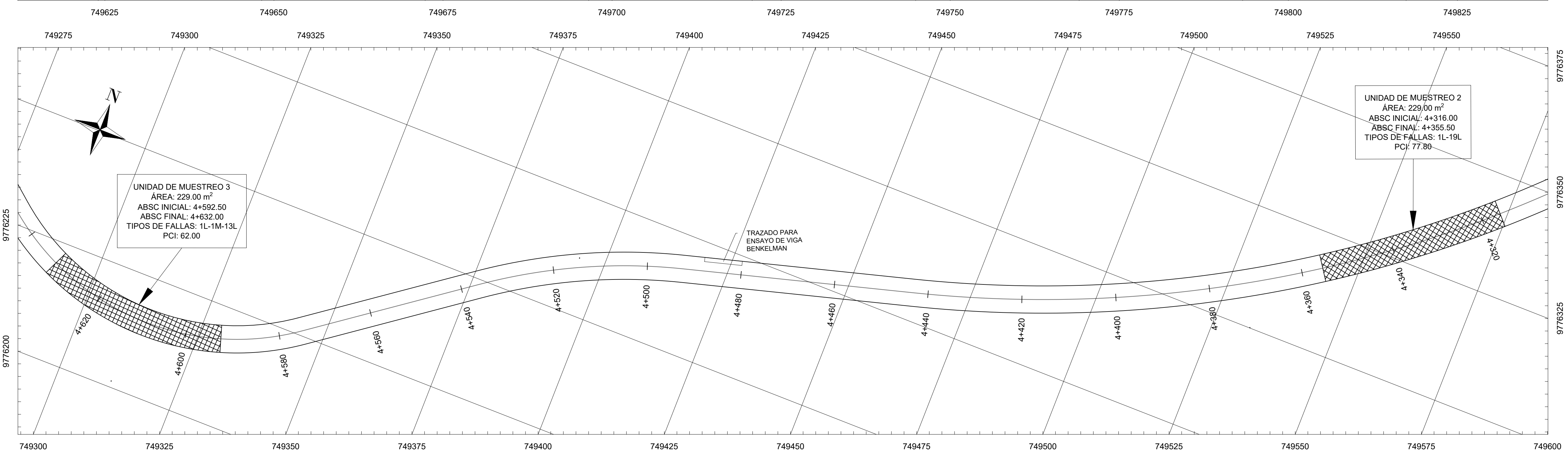
ANEXO H

PLANOS DE LA VÍA EN EL TRAMO KM 4+000



UNIDAD DE MUESTREO 1
 ÁREA: 229.00 m²
 ABSC INICIAL: 4+039.50
 ABSC FINAL: 4+079.00
 TIPOS DE FALLAS: 1L-10L-11L
 PCI: 74.90

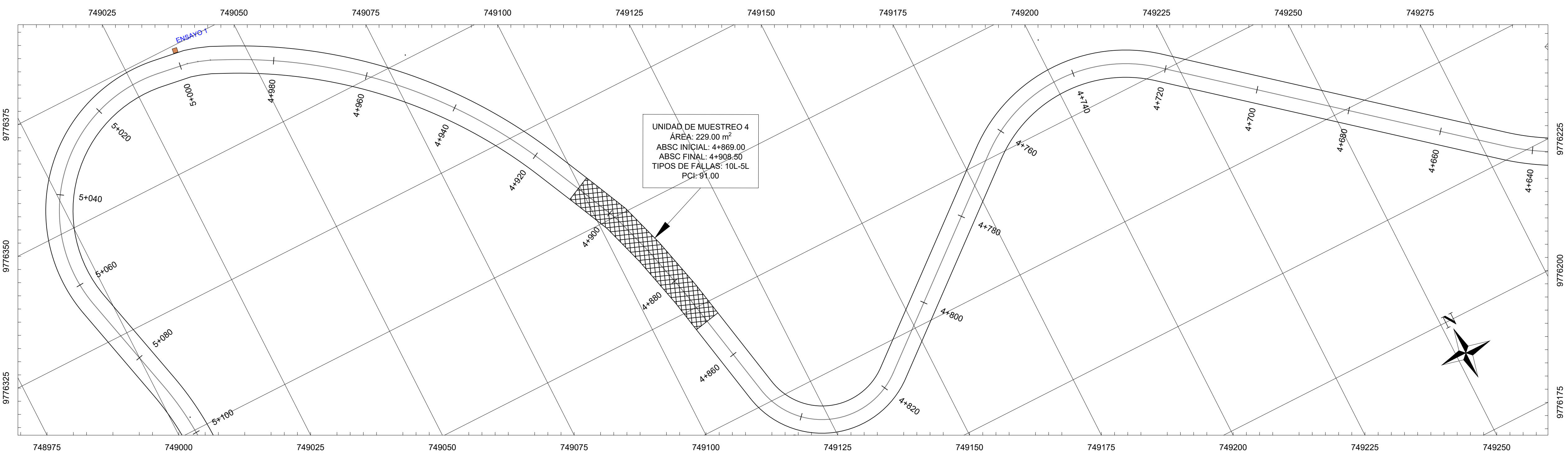
ABSC=4+000.00
 N=9776567.2851
 E=749795.1099



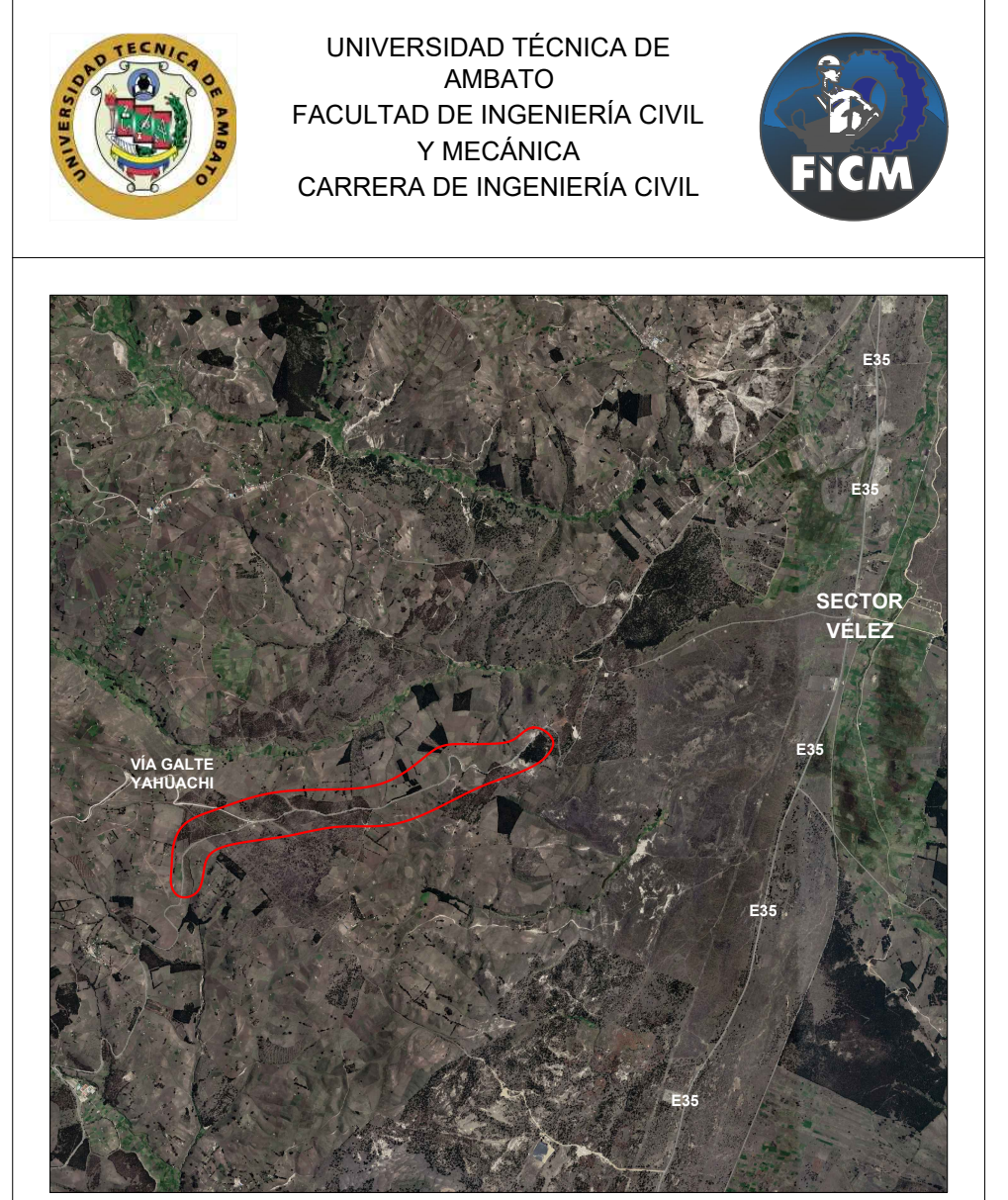
UNIDAD DE MUESTREO 3
 ÁREA: 229.00 m²
 ABSC INICIAL: 4+592.50
 ABSC FINAL: 4+632.00
 TIPOS DE FALLAS: 1L-1M-13L
 PCI: 62.00

UNIDAD DE MUESTREO 2
 ÁREA: 229.00 m²
 ABSC INICIAL: 4+316.00
 ABSC FINAL: 4+355.50
 TIPOS DE FALLAS: 1L-19L
 PCI: 77.80

TRAZADO PARA ENSAYO DE VIGA BENKELMAN



UNIDAD DE MUESTREO 4
 ÁREA: 229.00 m²
 ABSC INICIAL: 4+869.00
 ABSC FINAL: 4+908.50
 TIPOS DE FALLAS: 10L-5L
 PCI: 91.00



PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"

CONTIENE: LEVANTAMIENTO VIAL - SECCIONES TÍPICAS

UBICACIÓN: SECTOR: VELEZ PARROQUIA: PALMIRA CANTÓN: GUAMOTE PROVINCIA: CHIMBORAZO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17 SUR INICIAL N = 9776567.2851 E = 749795.1099 FINAL N = 9775252.5669 E = 748622.7402
--	---

REALIZADO POR:
JENNIFER MISHELL
ASITIMBAY MULLO

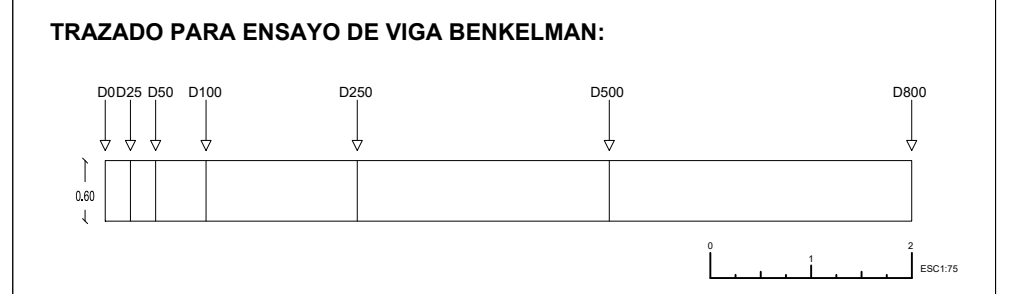
REVISADO POR:
ING. MS. FRICSON LUTGARDO
MOREIRA CEDEÑO

CUADRO DE COORDENADAS UTM WGS84 - 17 SUR:

PUNTOS	NORTE	ESTE
ENSAYO 1	9776370.457	749035.829
ENSAYO 2	9775904.269	748268.549
ENSAYO 3	9775793.770	747305.139
ENSAYO 4	9775252.567	748622.740
ESTACIÓN DE CONTEO	9775904.269	748268.549

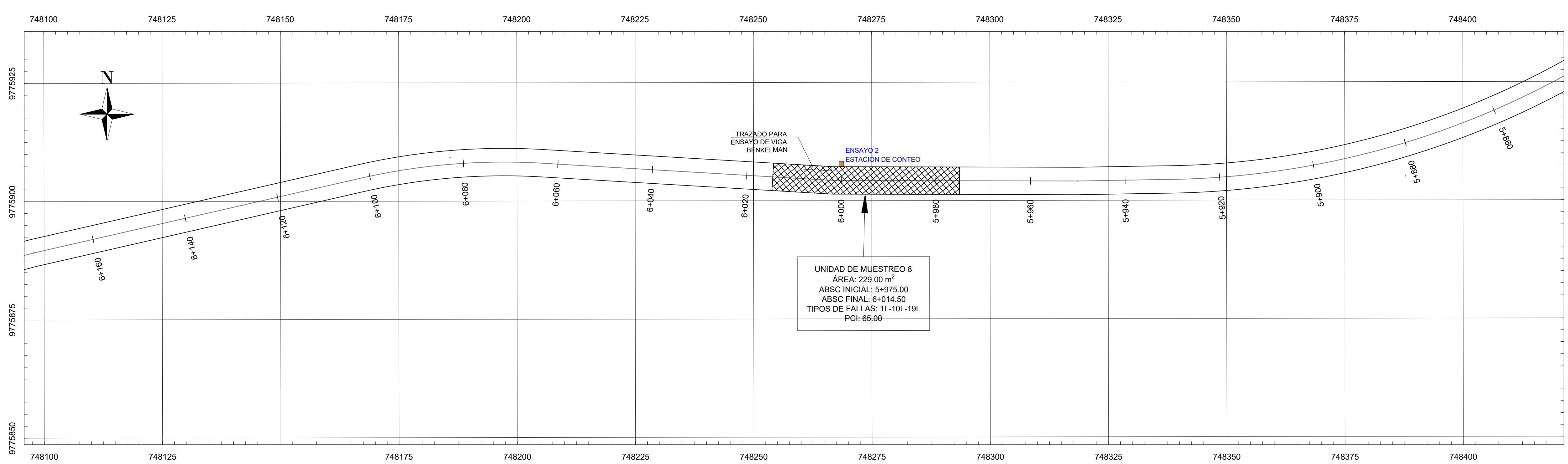
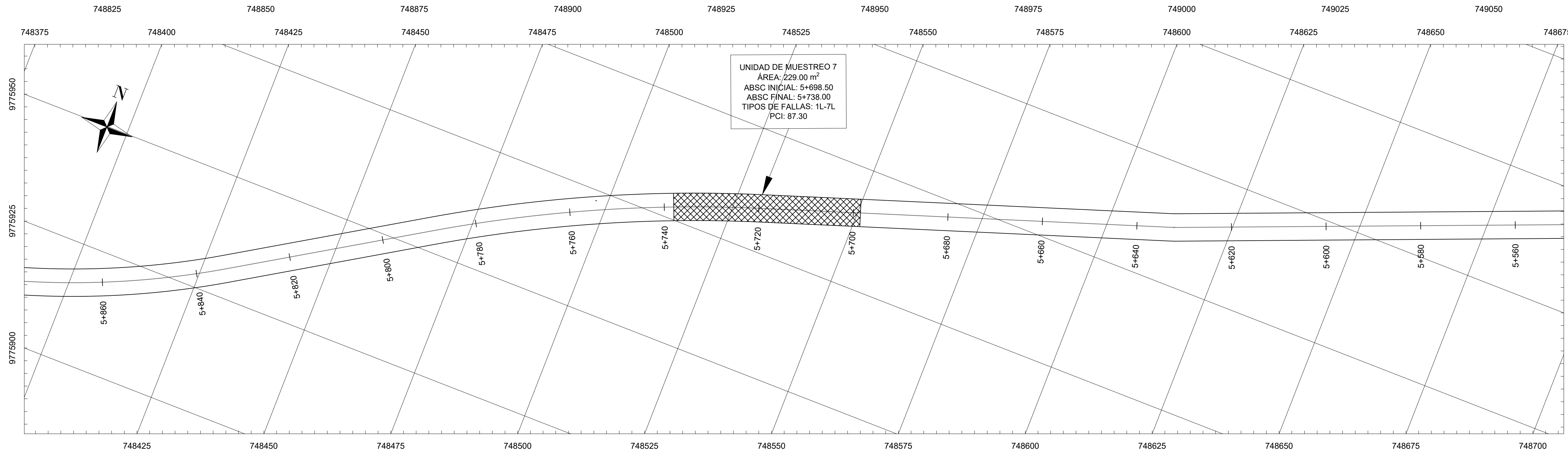
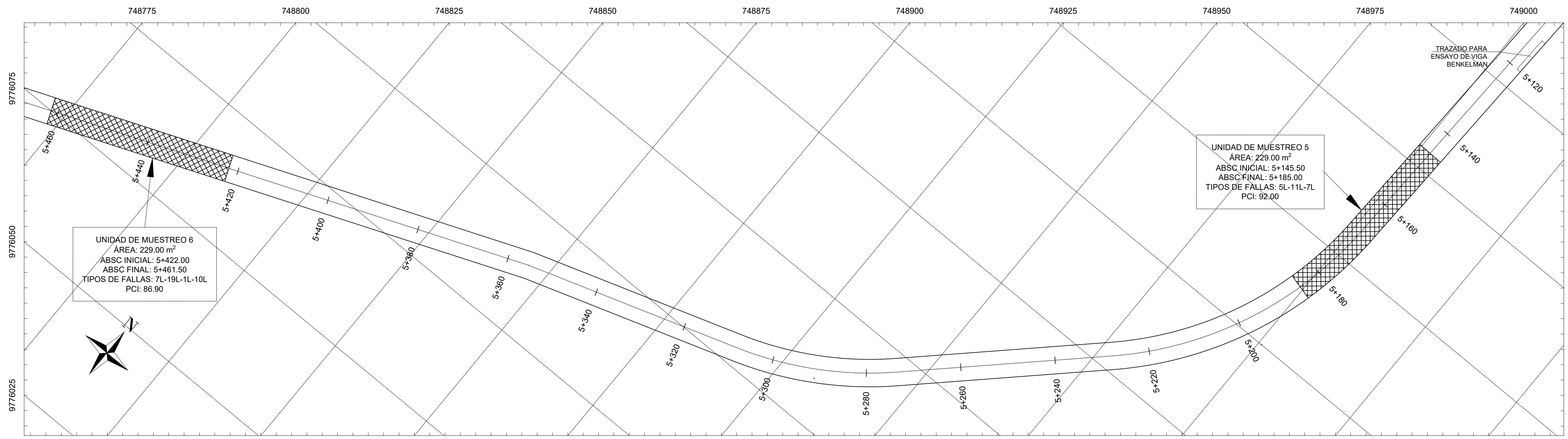
- TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES:**
1. PIEL DE COCODRILO
 2. EXUDACIÓN
 3. FISURAS EN BLOQUE
 4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS
 5. CORRUGACIÓN
 6. DEPRESIÓN
 7. FISURA DE BORDE
 8. FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTAS
 9. DESNIVEL / CARRIL / BERMA
 10. FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
 11. PARCHEO
 12. PULIMENTO DE AGREGADOS
 13. HUECOS
 14. CRUCE DE VÍA FÉRREA
 15. AHUELLAMIENTO
 16. DESPLAZAMIENTO
 17. GRIETA PARABÓLICA
 18. HINCHAMIENTO
 19. DESPINDIMIENTO DE AGREGADOS

SEVERIDAD:
 L : BAJA M : MEDIA H : ALTA



OBSERVACIONES:

FECHA: 11 / 12 / 2023	ESCALA: 1:500	LÁMINA: 1/4
---------------------------------	-------------------------	-----------------------



PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"

CONTIENE: LEVANTAMIENTO VIAL - SECCIONES TÍPICAS

UBICACIÓN:		COORDENADAS UTM WGS84 - 17 SUR	
SECTOR: VELEZ	PARROQUIA: PALMIRA	INICIAL N = 9776567.2851 E = 748795.1099	FINAL N = 9775252.5669 E = 748622.7402
CANTÓN: GUAMOTE			
PROVINCIA: CHIMBORAZO			

REALIZADO POR:

 JENNIFER MISHELL
 ASTIMBAY MULLO

REVISADO POR:

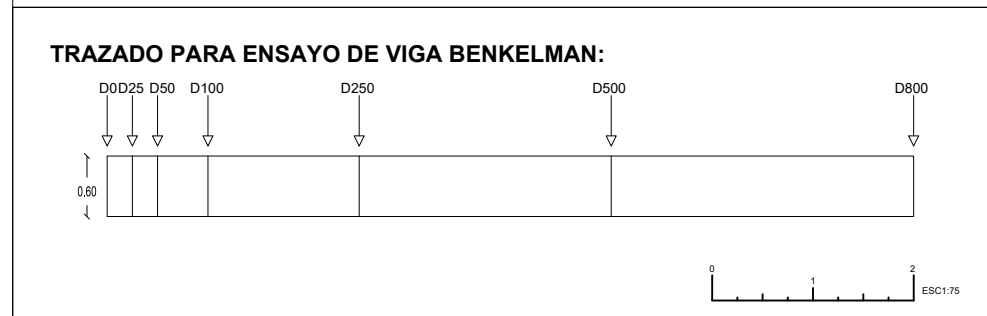
 ING. MS. FRICSON LUTGARDO
 MOREIRA CEDEÑO

CUADRO DE COORDENADAS UTM WGS84 - 17 SUR:

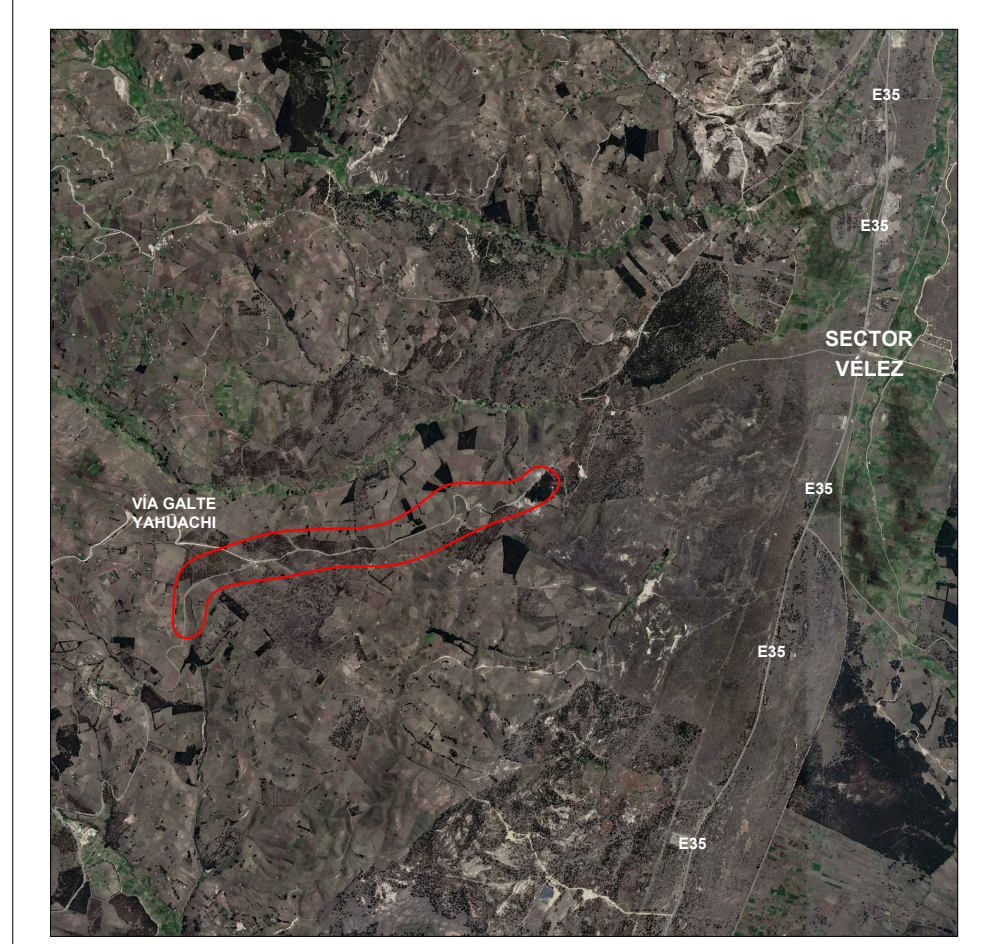
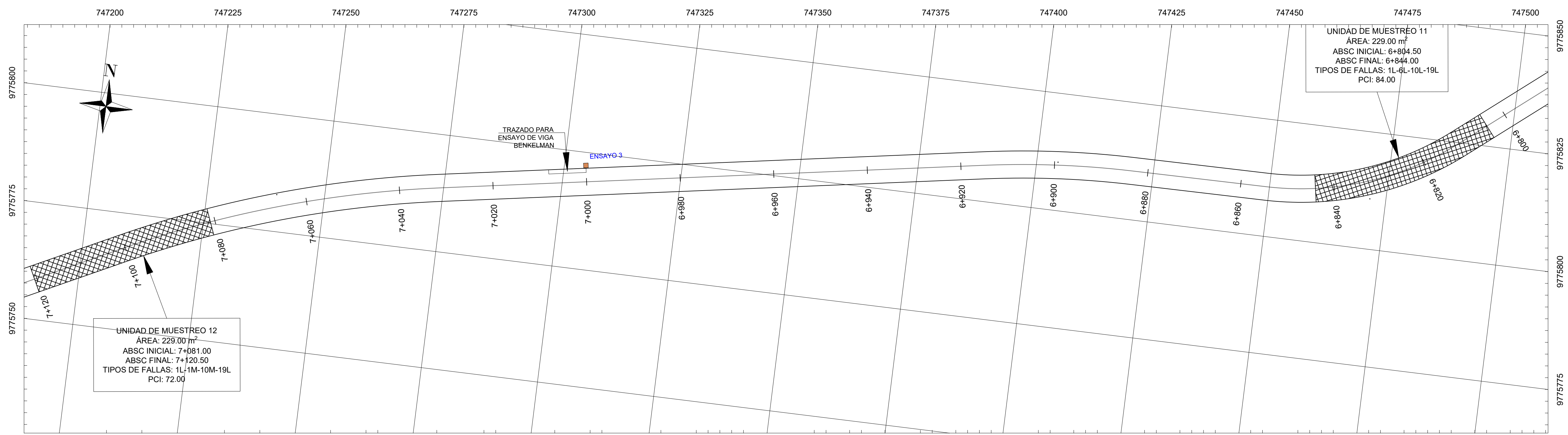
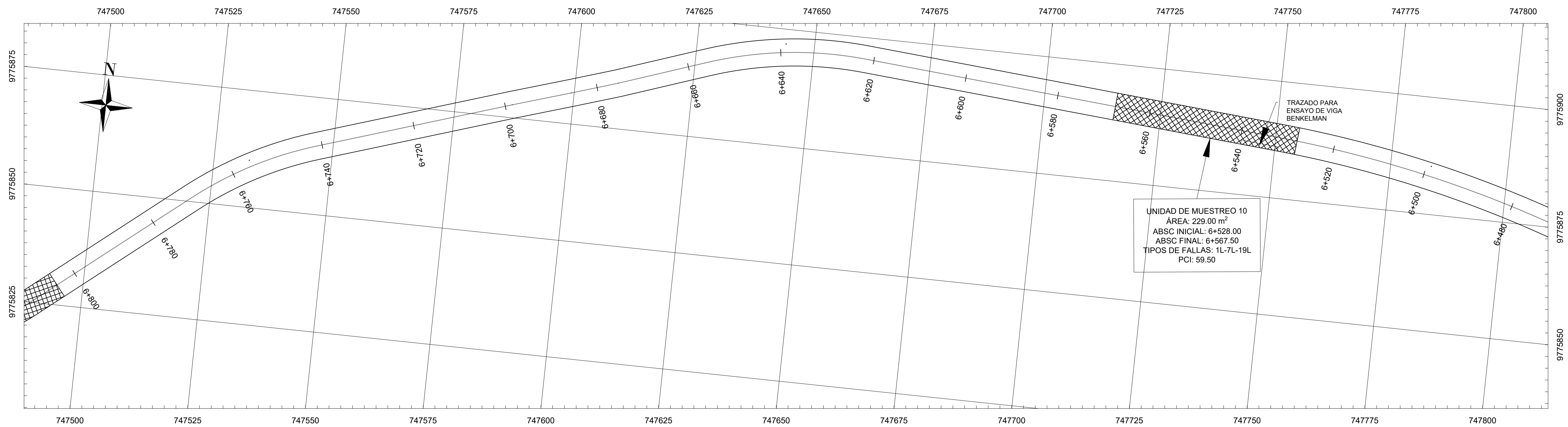
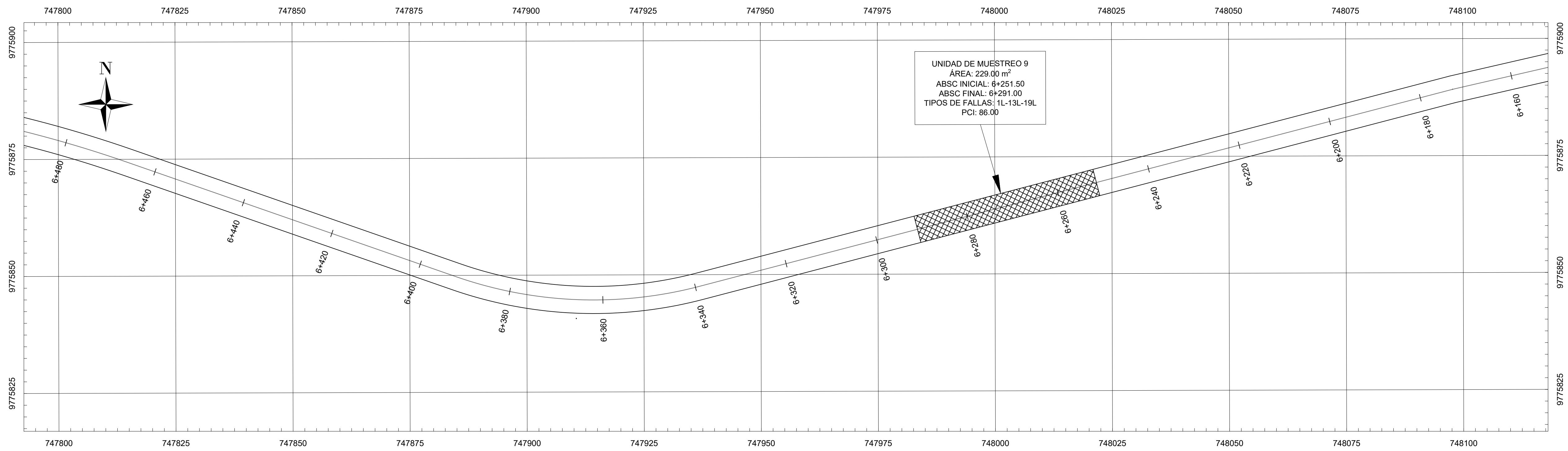
PUNTOS	NORTE	ESTE
ENSAYO 1	9776370.457	749035.829
ENSAYO 2	9775904.269	748268.549
ENSAYO 3	9775793.770	747305.139
ENSAYO 4	9775252.567	746622.740
ESTACIÓN DE CONTEO	9775904.269	748268.549

- TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES:**
1. PIEL DE COCODRILO
 2. EXUDACIÓN
 3. FISURAS EN BLOQUE
 4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS
 5. CORRUGACIÓN
 6. DEPRESIÓN
 7. FISURA DE BORDE
 8. FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTAS
 9. DESNIVEL / CARRIL / BERMA
 10. FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
 11. PARCHEO
 12. PULIMENTO DE AGREGADOS
 13. HUECOS
 14. CRUCE DE VÍA FÉRREA
 15. AHUELLAMIENTO
 16. DESPLAZAMIENTO
 17. GRIETA PARABÓLICA
 18. HINCHAMIENTO
 19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

SEVERIDAD:
 L : BAJA M : MEDIA H : ALTA



OBSERVACIONES:



PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"

CONTIENE: LEVANTAMIENTO VIAL - SECCIONES TÍPICAS

UBICACIÓN: SECTOR: VELEZ PARROQUIA: PALMIRA CANTÓN: GUAMOTE PROVINCIA: CHIMBORAZO	COORDENADAS UTM WGS84 - 17 SUR INICIAL N = 977567.2851 E = 749795.1099	FINAL N = 9775252.5669 E = 746622.7402
---	--	---

REALIZADO POR:

JENNIFER MISHILL
ASTIMBAY MULLO

REVISADO POR:

ING. MS. FRICSON LUTGARDO
MOREIRA CEDEÑO

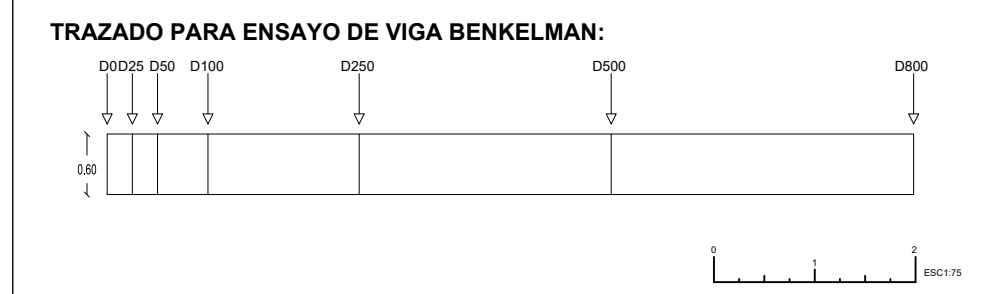
CUADRO DE COORDENADAS UTM WGS84 - 17 SUR:

PUNTOS	NORTE	ESTE
ENSAYO 1	9776370.457	749035.829
ENSAYO 2	9775904.269	748268.549
ENSAYO 3	9775793.770	747305.139
ENSAYO 4	9775252.567	746622.740
ESTACIÓN DE CONTEO	9775904.269	748268.549

- TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES:
1. PIEL DE COCODRILO
 2. EXUDACIÓN
 3. FISURAS EN BLOQUE
 4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS
 5. CORRUGACIÓN
 6. DEPRESIÓN
 7. FISURA DE BORDE
 8. FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTAS
 9. DESNIVEL / CARRIL / BERMA
 10. FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
 11. PARCHEO
 12. PULIMENTO DE AGREGADOS
 13. HUECOS
 14. CRUCE DE VÍA FÉRREA
 15. AHUELLAMIENTO
 16. DESPLAZAMIENTO
 17. GRIETA PARABÓLICA
 18. HINCHAMIENTO
 19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

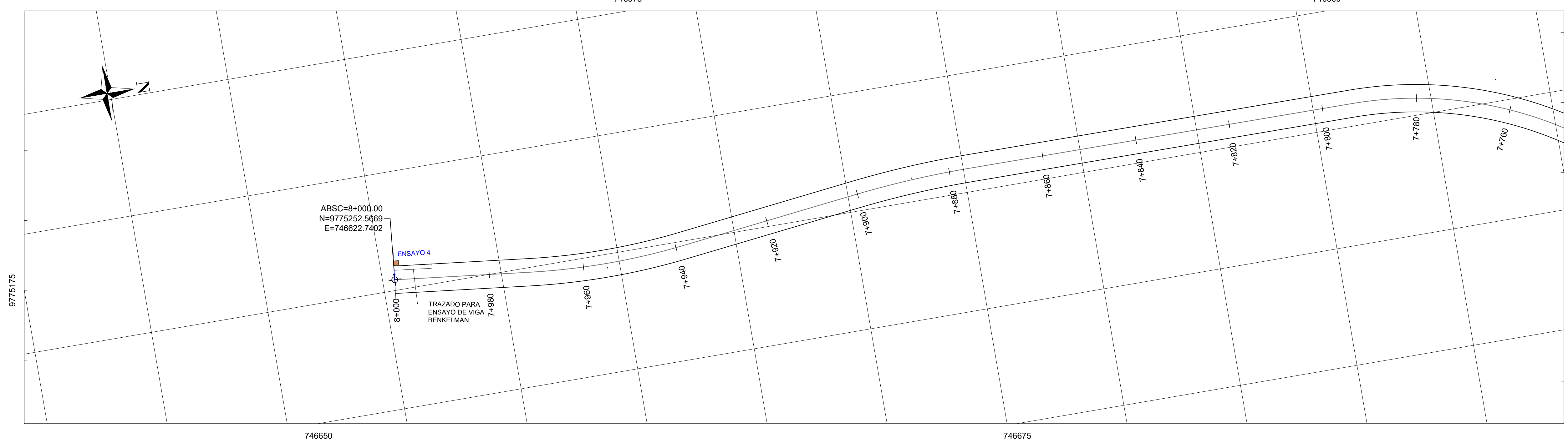
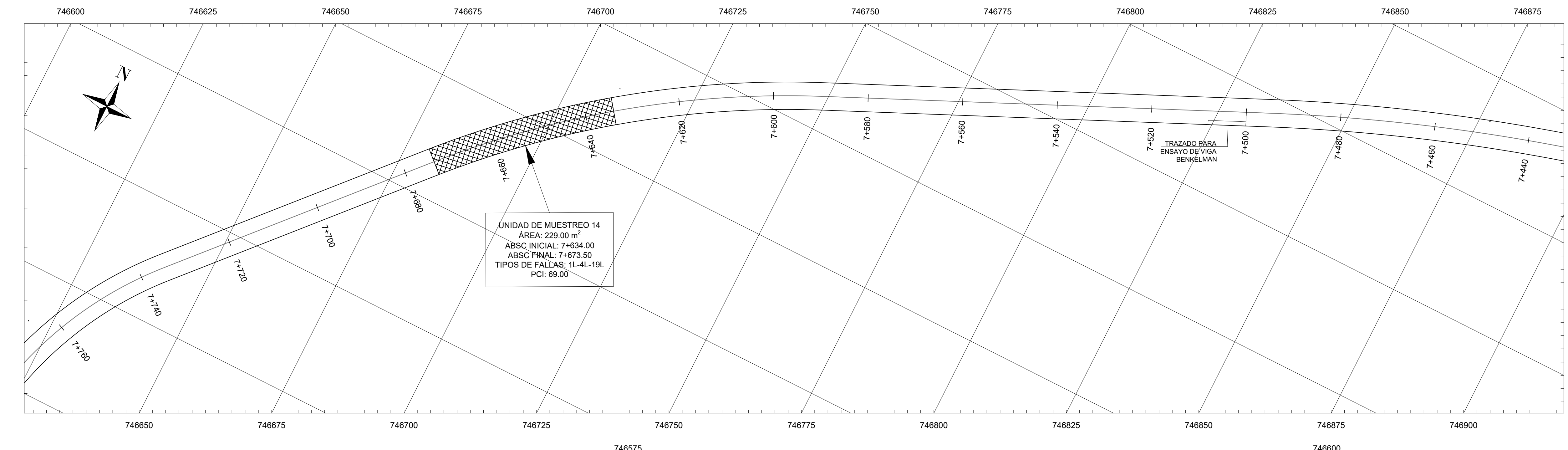
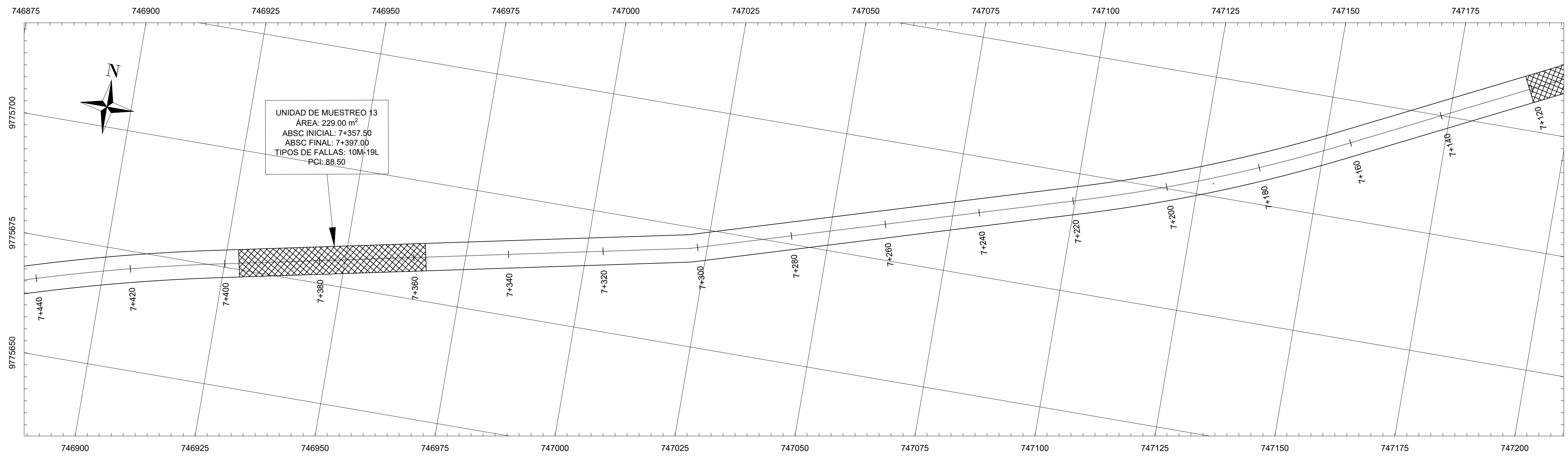
SEVERIDAD:

L : BAJA	M : MEDIA	H : ALTA
----------	-----------	----------



OBSERVACIONES:

FECHA 11 / 12 / 2023	ESCALA 1:500	LÁMINA: 3/4
-------------------------	-----------------	----------------



PROYECTO: "EVALUACIÓN VISUAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA QUE VA DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA TRONCAL DE LA SIERRA (E35) A LA COMUNIDAD GALTE CHINE PUNGO, EN EL TRAMO KM 4+000 HASTA KM 8+000, DE LA PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"

CONTIENE: LEVANTAMIENTO VIAL - SECCIONES TÍPICAS

UBICACIÓN:
 SECTOR: VELEZ
 PARROQUIA: PALMIRA
 CANTÓN: GUAMOTE
 PROVINCIA: CHIMBORAZO

COORDENADAS UTM WGS84 - 17 SUR

INICIAL N = 9775252.5669 E = 746622.7402	FINAL N = 9775252.5669 E = 746622.7402
---	---

REALIZADO POR:

JENNIFER MISHELL
 ASITIMBAY MULLO

REVISADO POR:

ING. MS. FRICSON LUTGARDO
 MOREIRA CEDEÑO

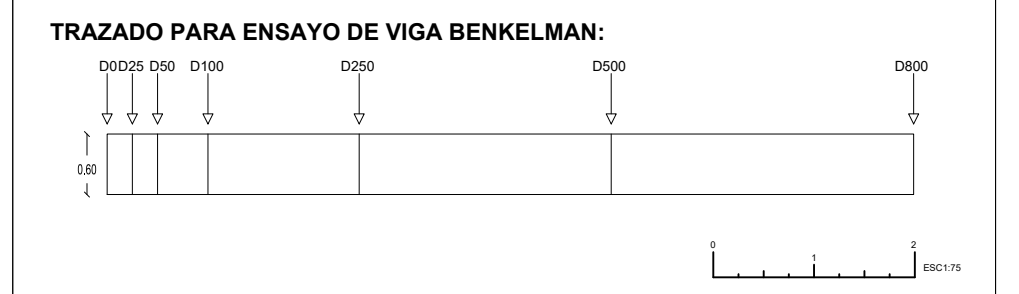
CUADRO DE COORDENADAS UTM WGS84 - 17 SUR:

PUNTOS	NORTE	ESTE
ENSAYO 1	9776370.457	749035.829
ENSAYO 2	9775904.269	748268.549
ENSAYO 3	9775793.770	747305.139
ENSAYO 4	9775252.567	746622.740
ESTACIÓN DE CONTEO	9775904.269	748268.549

- TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES:**
1. PIEL DE COCODRILO
 2. EXUDACIÓN
 3. FISURAS EN BLOQUE
 4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS
 5. CORRUGACIÓN
 6. DEPRESIÓN
 7. FISURA DE BORDE
 8. FISURA DE REFLEXIÓN DE JUNTAS
 9. DESNIVEL / CARRIL / BERMA
 10. FISURAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
 11. PARCHEO
 12. PULIMENTO DE AGREGADOS
 13. HUECOS
 14. CRUCE DE VÍA FÉRREA
 15. AHUELLAMIENTO
 16. DESPLAZAMIENTO
 17. GRIETA PARABÓLICA
 18. HINCHAMIENTO
 19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS

SEVERIDAD:

L : BAJA	M : MEDIA	H : ALTA
----------	-----------	----------



OBSERVACIONES:

FECHA 11 / 12 / 2023	ESCALA 1:500	LÁMINA: 4/4
--------------------------------	------------------------	-----------------------