

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA MANUELITA SAENZ DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA AV. QUIZ QUIZ HASTA LA INTERSECCIÓN CON LA AV. JOSÉ PERALTA.

AUTOR:

SALINAS VILLEGAS EDISSON XAVIER

TUTOR:

ING. FAVIO PORTILLA, MSC

Ambato-Ecuador

2019

Certificación del Tutor

Yo, Ing. Mg. Favio Portilla, certifico que el presente trabajo bajo el tema: **"EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA MANUELITA SAENZ DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA AV. QUIZ QUIZ HASTA LA INTERSECCIÓN CON LA AV. JOSÉ PERALTA."** es de autoría del Sr. Salinas Villegas Edisson Xavier, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Septiembre del 2019

.....

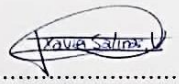
Ing. Mg. Favio Paul Portilla Yandun

TUTOR

Autoría

Yo, Edisson Xavier Salinas Villegas con C.I: 1804572137, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el Proyecto Técnico con el tema: "EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA MANUELITA SAENZ DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA AV. QUIZ QUIZ HASTA LA INTERSECCIÓN CON LA AV. JOSÉ PERALTA.", es de mi completa autoría.

Ambato, Septiembre 2019



.....

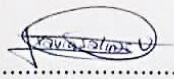
Edisson Xavier Salinas Villegas

Derechos de Autor

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

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

Ambato, Septiembre 2019



.....

Edisson Xavier Salinas Villegas

Aprobación del Tribunal del Grado

Los miembros del tribunal calificador después de haber revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **"EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA MANUELITA SAENZ DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA AV. QUIZ QUIZ HASTA LA INTERSECCIÓN CON LA AV. JOSÉ PERALTA",** del egresado Salinas Villegas Edisson Xavier, de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, el mismo que cumple con las disposiciones reglamentarias emitidas por el centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Septiembre del 2019

Para constancia firman

.....

Ing. Mg. Myriam Marisol Bayas Altamirano

.....

Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

Dedicatoria

El presente proyecto se lo dedico a mis padres, Manuel y Rosy, a mis hermanos Christian y Carlos, quienes con su ayuda y apoyo moral y económico me ayudaron a llegar hasta este hermoso momento.

A Adriana por haberme brindado amor, cariño, aliento y concejos para ser un excelente ser humano durante esta etapa de mi vida.

A mi familia que estuvieron ahí apoyándome ya sea con un consejo o una palabra de aliento, quienes me supieron orientar y animar en momentos difíciles.

Xavier Salinas

Agradecimiento

A Dios por todas las cosas bellas que me ha dado en la vida.

A mi facultad y profesores, quienes con su gran conocimiento supieron darme la sabiduría y valores necesarios para ser un gran profesional.

Al Ing. Xavier, Ing. Denisse, e Ing. Manuel que siempre estuvieron cuando yo más necesitaba de su apoyo en este proyecto.

A mi tutor, Ing. Mg. Favio Portilla, que nunca falto de su parte en ayudarme en mi proyecto de Investigación cuando yo requería de orientación con sus sabios consejos.

Xavier Salinas

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....II
AUTORÍA III
DERECHOS DE AUTOR..... IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DEL GRADO V
DEDICATORIA..... VI
AGRADECIMIENTO.....VII
RESUMEN EJECUTIVO XV
ABSTRACT XVI
CAPÍTULO I..... 1
1. TEMA..... 1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 1
1.1.1 ANTECEDENTES 1
1.1.2 JUSTIFICACIÓN 2
1.1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 3
1.1.3.1 PAVIMENTO..... 3
1.1.3.2 CLASES DE PAVIMENTOS 4
1.1.3.2.1 PAVIMENTOS FLEXIBLES..... 4
1.1.3.2.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS 4
1.1.3.2.3 PAVIMENTOS ARTICULADOS 5
1.1.3.3 FUNCIONES DE LAS CAPAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE..... 5
1.1.3.4 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES 7
1.1.3.5 FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES..... 7
1.1.3.6 TRÁFICO..... 27
1.1.3.6.1 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)..... 27

1.1.3.6.2 EJES EQUIVALENTES 29
1.1.3.7 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO 29
1.1.3.8 VIGA BENKELMAN 31
1.1.3.9 ESTUDIO DE SUELOS 33
1.1.3.9.1 CONTENIDO DE HUMEDAD 33
1.1.3.9.2 LÍMITE PLÁSTICO 33
1.1.3.9.3 LÍMITE LÍQUIDO 34
1.1.3.9.4 GRANULOMETRÍA 34
1.1.3.9.5 CLASIFICACIÓN DE SUELOS 34
1.1.3.9.5.1 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA AASTHO 34
1.1.3.9.5.1 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS SUCS 36
1.1.3.9.6 CBR 37
1.2 OBJETIVOS 38
1.2.1 OBJETIVO GENERAL 38
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 38
CAPÍTULO II 39
2.1 MATERIALES Y EQUIPOS 39
2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 40
2.3 MÉTODOS 42
2.3.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 43
2.3.1.1 LEVANTAMIENTO DE GEORREFERENCIACIÓN 43
2.3.1.2 CONTEOS MANUALES DE TRÁNSITO VEHICULAR 43
2.3.1.3 ESTUDIO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI). 43
2.3.1.4 ENSAYO DE LA VIGA BENKELMAN 43
2.3.1.4.1 PUNTOS DE ESTUDIO. 43
2.3.1.5 ESTUDIOS DE SUELOS 44

2.3.1.5.1 UBICACIÓN DE CALICATAS. 44
2.3.1.5.2 GRANULOMETRÍA 44
2.3.1.5.3 LÍMITES DE ATTERBERG 45
2.3.1.5.4 PRÓCTOR MODIFICADO 45
2.3.1.5.4 CBR 45
2.3.1.6 ESTUDIO DE LA CARPETA ASFALTICA 45
2.3.1.6.1 EXTRACCIÓN DE NÚCLEOS 45
2.3.1.6.2 CONTENIDO DE ASFALTO 46
2.3.1.6.3 DENSIDAD BRUTA 46
2.3.1.6.4 GRANULOMETRÍA 46
2.3.1 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 49
2.3.2 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS. 50
CAPÍTULO III 51
3.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS 51
3.1.1 ANÁLISIS DE TRÁNSITO 51
3.1.1.2 CÁLCULO DEL FACTOR DE HORA PICO (FHP) 53
3.1.1.3 CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) 53
3.1.1.4 CLASIFICACIÓN VIAL EN FUNCIÓN DEL TPDA 57
3.1.1.5 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES 58
3.1.2 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI. 60
3.1.2.1 CÁLCULO DEL NÚMERO DE UNIDADES DE MUESTREO 61
3.1.2.2 DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN. 62
3.1.2.3 SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO. 63
3.1.2.4 CÁLCULO DEL PCI 64

3.1.2.5 CÁLCULO PARA CARRETERAS CON CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA 64
3.1.2.6 VALORES PROMEDIOS DEL PCI POR SECCIONES 68
3.1.3. CÁLCULO DE DEFLEXIONES VIGA BENKELMAN 73
3.1.3.1 CORRECCIÓN POR RELACIÓN DE BRAZOS. 73
3.1.3.2 CORRECCIÓN POR TEMPERATURA. 74
3.1.3.4 CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD. 76
3.1.3.5 DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA. 78
3.1.3.6 DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA. 80
3.1.3.7 DEFLEXIÓN ADMISIBLE 81
3.2.3.8 DEFLEXIÓN CRÍTICA 81
3.1.3.9 ANÁLISIS DE DEFLEXIONES POR SECCIONES VIGA BENKELMAN 82
3.1.4. RESULTADOS DE ESTUDIO SUELOS. 85
3.1.5 ANÁLISIS DE ASFALTO 92
3.1.5.1 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE CONTENIDO DE ASFALTO 92
3.1.5.2 CÁLCULO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA BRUTA 94
3.2.5.3 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL ASFALTO 95
3.1.6 ANÁLISIS DE COSTOS 97
3.1.6.1 VOLÚMENES DE OBRA 97
3.1.6.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS 98
3.1.6.3 PRESUPUESTO REFERENCIAL 99
4.1 CONCLUSIONES 100
4.2 RECOMENDACIONES 101
MATERIALES DE REFERENCIA 103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 103
ANEXOS 105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Niveles de severidad de baches 21
Tabla N°2**:** Sistema de clasificación de suelos de la AASTHO ... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla N° 3: Sistema de clasificación unificada de suelos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla N°4: Operacionalización de la variable independiente y dependiente 48
Tabla N° 5: Plan de recolección de información 49
Tabla N°6: Puntos de aplicación ensayo Viga Benkelman 44
Tabla N°7: Ubicación de Calicatas 44
Tabla N°8: Contaje del Tráfico en Hora Pico 52
Tabla N°9: Cálculo TPDA actual para la vía Manuelita Sáenz 54
Tabla N°10: Cálculo Tráfico atraído 54
Tabla N°11: Cálculo del tráfico total 55
Tabla N°12: TPDA Total 56
Tabla N°13: Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado 57
Tabla N°14: Relación función, clase MOP y tráfico 57
Tabla N°15: Factores de daño según el tipo de vehículo 58
Tabla N°16: Factores de distribución direccional 58
Tabla N°17: Porcentaje de W18 en el carril Dl 59
Tabla N°18: TPDA para los Ejes Equivalentes 59
Tabla N°19: Formato de registro para evaluación superficial. 60
Tabla N°20: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas 61
Tabla N°21: Unidades de Muestreo en el tramo de vía 64
Tabla N°22: Determinación del valor PCI para la unidad de muestra 1 66
Tabla N°23: Resumen de la Evaluación Superficial de la vía Manuelita Sáenz. 69
Tabla N° 24: Resumen de la Evaluación Superficial de la sección 1 70
Tabla N°25: Resumen de la Evaluación Superficial de la sección 2 72
Tabla N°26: Lecturas realizadas en el punto 1 73
Tabla N°27: Deflexiones Corregidas por Relación de Brazos 74
Tabla N°28: Deflexiones Corregidas por Temperatura 76
Tabla N°29: Factores de corrección por estacionalidad 77
Tabla N°30: Deflexiones Corregidas por Estacionalidad 78
Tabla N°31: Radios de curvatura 79
Tabla N°32: Valores de la variable t 80
Tabla N°33: Resultados deflectométricos de la sección 1 82
Tabla N°34: Resultados deflectométricos de la sección 2 84
Tabla N°35: Resultados de estudios de suelos subrasante 86
Tabla N°36: Determinación Tipo de suelo subrasante 87
Tabla N°37: Resultados de estudios de suelos capa granular 88
Tabla N°38: Determinación Tipo de suelo capa granular 89
Tabla N°39: Resultados de estudios de suelos capa granular 90
Tabla N°40: Determinación Tipo de suelo capa granular 91
Tabla N° 41: Contenido de porcentaje de asfalto de la sección 1 93

Tabla N° 42: Contenido de porcentaje de asfalto de la sección 2 93
Tabla N° 43: Peso específico del asfalto 94
Tabla N°44 : Granulometría de los agregados de asfalto de la sección 1 y 2 95
Tabla N°45: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada.... 97
Tabla N°46: Volumen de obra..... 97
Tabla N° 47: Rubro 1 98
Tabla N° 48: Presupuesto referencial 99
Tabla N°49: Tipos de deflexiones 146
Tabla N°50: Granulometría para las Sub-Bases 148
Tabla N°51: Granulometría para las Bases: clase 1 148
Tabla N°52: Granulometría para las Bases: clase 2 148
Tabla N°53: Granulometría para las Bases: clase 3 149
Tabla N°54: Granulometría para las Bases: clase 4 150
Tabla N° 55: Clasificación del Suelo 150
Tabla N°56: Ensayo Granulométrico 152
Tabla N°57: Ensayo Límites Atterberg 153
Tabla N°58: Ensayo Contenido de Humedad CBR..... 155

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Sección de Pavimento flexible..... 4
Gráfico N° 2. Sección de Pavimento rígido 5
Gráfico N° 3. Sección de Pavimento articulados 5
Gráfico N° 4. Fisuramiento piel de cocodrilo 9
Gráfico N° 5. Exudación 10
Gráfico N° 6. Fisuramiento en bloque..... 11
Gráfico N° 7. Desniveles..... 12
Gráfico N° 8. Corrugación 13
Gráfico N° 9. Depresión..... 14
Gráfico N° 10. Fisuramiento en borde 15
Gráfico N° 11. Fisuramiento de reflexión 16
Gráfico N° 12. Desnivel de espaldón 17
Gráfico N° 13. Fisuramiento longitudinal..... 18
Gráfico N° 14. Parche de corte..... 19
Gráfico N° 15. Agregado pulido 20
Gráfico N° 16. Baches..... 21
Gráfico N° 17. Cruce de ferrocarril..... 22
Gráfico N° 18. Surco en huella..... 23
Gráfico N° 19. Desplazamientos..... 24
Gráfico N° 20. Fisuramiento de resbalamiento 25
Gráfico N° 21. Hinchamiento..... 26
Gráfico N° 22. Desmoronamiento..... 27
Gráfico N°23: Clasificación del PCI 30
Gráfico N° 24: Esquema de la viga Benkelman..... 32
Gráfico N°25: Clasificación del suelo según AASHTO 35
Gráfico N°26: Clasificación del suelo según SUCS..... 37

Gráfico N°27: Ubicación del Proyecto 41
Gráfico N°28: Tipo de vehículos TPDA total 55
Gráfico N°29: Curva de corrección de los valores deducidos para la falla piel de cocodrilo 67
Gráfico N°30: Curvas de correcciones para valores deducidos finales 68
Gráfico N°31: Tipos de fallas en la sección 1 71
Gráfico N°32: Tipos de fallas en la sección 2 72
Gráfico N°33: Deflectograma de la Sección 1 83
Gráfico N°34: Deflectograma de la Sección 2 85
Gráfico N°35: Granulometría de los agregados de asfalto de la sección 1 95
Gráfico N°36: Granulometría de los agregados de asfalto de la sección 2 96
Gráfico N°37: Valores deducidos para piel de cocodrilo 121
Gráfico N°38: Valores deducidos para exudación 121
Gráfico N°39: Valores deducidos para agrietamiento en bloque 122
Gráfico N°40: Valores deducidos para abultamientos y hundimientos 122
Gráfico N°41: Valores deducidos para Corrugación 123
Gráfico N°42: Valores deducidos para depresión 124
Gráfico N°43: Valores deducidos para grita de bordes 124
Gráfico N°44: Valores deducidos para gritas de reflexión de junta 125
Gráfico N°45: Valores deducidos para desnivel del carril/berma 125
Gráfico N°46: Valores deducidos para gritas longitudinales y transversales 126
Gráfico N°47: Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos 126
Gráfico N°48: Valores deducidos para pulimiento de agregados 127
Gráfico N°49: Valores deducidos para huecos 127
Gráfico N°50: Valores deducidos para cruce de vía férrea 128
Gráfico N°51: Valores deducidos para ahuellamiento 129
Gráfico N°52: Valores deducidos para desplazamientos 129
Gráfico N°53: Valores deducidos para Grietas parabólicas o por deslizamiento 130
Gráfico N°54: Valores deducidos para hinchamiento 130
Gráfico N°55: Valores deducidos para meteorización / desprendimiento de agregados 131
Gráfico N°56: Valores deducidos finales Nomograma para determinar el valor deducido corregido (CDV) 131

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA MANUELITA SAENZ DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA AV. QUIZ QUIZ HASTA LA INTERSECCIÓN CON LA AV. JOSÉ PERALTA.

AUTOR: Salinas Villegas Edisson Xavier

TUTOR: Ing. Mg. Favio Portilla

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto técnico tiene como finalidad realizar la evaluación del funcionamiento y las condiciones estructurales del pavimento de una de las principales vías colectoras ubicada al sur de la ciudad de Ambato.

Los trabajos empezaron con la determinación del TPDA mediante un análisis de tráfico a través de la realización de conteos y categorización de los vehículos que circulan por la vía.

Para la evaluación funcional de pavimento se utilizó el método PCI (Pavement Condition Index), el cual está basado en una clasificación visual de las fallas de la capa de rodadura de los pavimentos para su respectiva valoración cuantitativamente de acuerdo al nivel de daño que tiene la misma.

Para complementar la información anterior se realizó la medición de las deflexiones en el pavimento a través de la viga Benkelman para la verificación del cumplimiento de las deformaciones admisibles.

Adicionalmente se realizó una investigación de estudio de suelo, se descubrió que las propiedades de la capa de partículas de la estructura del pavimento cumplían con las especificaciones propuestas por MTOP.

Por ultimo en el estudio del hormigón asfáltico se obtuvo el porcentaje de bitumen de varias muestras extraídas de dos secciones de la vía. Se determinó que en el hormigón asfáltico antiguo el porcentaje de asfalto es menor que el óptimo mientras que la sección repavimentada cumple con las especificaciones requeridas

Finalmente se concluye el trabajo con un presupuesto de los tramos más deteriorados.

Abstract

The purpose of this technical project is to carry out the evaluation of the operation and structural conditions of the pavement of one of the main collector roads located south of the city of Ambato.

The thesis began with the determination of the TPDA through a traffic analysis through the realization of counts and categorization of the vehicles that circulate on the road.

For the functional evaluation of the pavement, the PCI (Pavement Condition Index) method was used, which is based on a visual classification of the faults of the tread layer of the pavements for their respective assessment quantitatively according to the level of damage that has the same.

To complement the above information, the measurement of deflections in the pavement was carried out through the Benkelman beam to verify compliance with the admissible deformations.

Additionally, a soil study investigation was carried out, it was discovered that the properties of the particle layer of the pavement structure complied with the specifications proposed by MTOP.

Finally, in the study of asphalt concrete, the percentage of bitumen of several samples taken from two sections of the track was obtained. It was determined that in the old asphalt concrete the percentage of asphalt is lower than the optimum while the repaved section meets the required specifications

Finally, this thesis is concluded with a budget of the most deteriorated sections.

CAPÍTULO I
ANTECEDENTES

1. TEMA

EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA MANUELITA SAENZ DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA AV. QUIZ QUIZ HASTA LA INTERSECCIÓN CON LA AV. JOSÉ PERALTA.

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1.1 ANTECEDENTES

Las carreteras y las calles urbanas son esenciales en la actualidad y son un factor muy importante para el desarrollo socioeconómico del país, ya que facilitan el transporte de personas y mercancías con total comodidad y seguridad. [5]

Desde la creación de carreteras y vehículos, existe la necesidad de encontrar soluciones para la demanda de carreteras duraderas y de carreteras resistentes al desgaste causadas por el tráfico y las condiciones climáticas, con el objetivo de ampliar la red de carreteras en cumplimiento de los estándares de calidad. Por este motivo se necesita un manual práctico para comprender y analizar los estudios realizados como parte de una evaluación del pavimento.

Hay una variedad de evaluaciones diseñadas para comprender el comportamiento de los materiales utilizados en la construcción de pavimentos que podrían predecir las posibles causas de deterioro. Por esta razón el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la capa de rodadura de la Avenida Manuelita Sáenz a través del método PCI para establecer una alternativa para futuros trabajos de mantenimiento.

Hasta el momento, no está claro si el pavimento flexible de la Avenida Manuelita Sáenz ha sido evaluado técnicamente, por lo que no existe una base de datos disponible como guía para la comparación con la investigación que se llevará a cabo, pero sí han realizado estudios similares en Ecuador, basados en métodos y tratamiento de pavimentos y toma de decisiones. Estos estudios proporcionan una guía para que las evaluaciones realizadas en este trabajo sean lo más eficientes y realistas posibles. [1]

Uno de los métodos utilizados para evaluar la estructura del pavimento es el Índice de Condición del Pavimento (PCI), que incluye un tipo de descripción sistemática,

económica y eficiente que permite la inspección visual para definir una superficie de la carretera dentro de un rango. El valor ponderado de 0 a 100 se verifica visualmente para determinar el tipo de daño.

El PCI es el método más completo y confiable para evaluar y calificar los objetivos de pavimento porque analiza el tipo, la gravedad y la cantidad de fallas en la carretera, lo que se realiza mediante un factor de ponderación denominado "valor de deducción". Este indicador permite el uso de estándares uniformes para analizar las condiciones de la carretera a fin de programar trabajos de mantenimiento y reparación y establecer métodos apropiados para el pavimento en estudio.

La norma ASTM D 6433-03 " Práctica estándar para carreteras y aparcamientos Estudios de índice de condiciones del pavimento " establece que el PCI no puede evaluar las capacidades estructurales o medir directamente el deslizamiento, la resistencia o la rugosidad si no que determina el mantenimiento monitoreado continuamente. [2]

La evaluación de pavimentos flexibles es un procedimiento que rara vez se realiza en nuestro país. Los partidarios de este sistema son aquellos que proporcionan información de empresas privadas, lo que proporciona una forma alternativa de mantener el camino. La economía y la ecología, como tema nuevo, tienen poca información en nuestro país y tienen que recurrir a métodos e información de otros países. [3]

El proceso de deterioro de la estructura del pavimento, especialmente el pavimento flexible, el tráfico o la tensión de carga es una de las principales variables que conducen a la fatiga estructural. Por lo tanto, se discutirán los conceptos básicos relacionados con el análisis y se explicarán las diferentes fallas que afectan el pavimento flexible, destacando su origen, tamaño y gravedad, luego proponer y discutir uno de los indicadores para evaluar la presencia de fallas en el pavimento, como el Índice de Condición del Pavimento (PCI). [4]

1.1.2 JUSTIFICACIÓN

Dada la importancia de las carreteras para el desarrollo nacional, estas carreteras deben ser capaces de proporcionar un tráfico seguro, cómodo y sin problemas. De lo contrario, los defectos de la carretera pueden provocar retrasos en el tráfico, el deterioro del vehículo y el costo para los usuarios de la carretera. Esto, a su vez, se traduce en una reducción en el

logro de los objetivos del servicio vial, lo que afecta el desarrollo y el progreso de las áreas que transmite. [5]

En la evaluación estructural de la superficie de la carretera, la deflexión y la deformación obtenidas como respuesta de un firme flexible antes de aplicar la carga en la superficie de la carretera se consideran como uno de los parámetros más importante. La deflexión en superficie es, sin duda, la que ofrece el rango de análisis más amplio posible. [6]

La lista de daños en la carretera es la información básica en el proceso de evaluación de la condición de la carretera. Al determinar el tipo de daño, se puede determinar una solución a los posibles costos y condiciones de degradación. [7]

Dado que no se considera la planificación de la vida de la carretera, es decir, no se evalúa el comportamiento de la superficie de la carretera, la falla de la superficie de la carretera se debe a varios factores, por lo que no se puede decir una única causa de deterioro. Con el tiempo, las intervenciones solo ocurren cuando el grado de deterioro es mayor, cuando no solo requieren un mantenimiento correctivo, sino cuando ya requieren un reemplazo completo de la estructura del pavimento. [8]

El fundamento de este proyecto es la necesidad de comprender el estado actual del pavimento flexible de la Avenida Manuelita Sáenz. El enfoque de PCI definirá el nivel de servicio y el tipo de tratamiento que se debe realizar. Este proceso es crítico para reducir los costos y mejorar los niveles de servicio, ya que el manejo inadecuado de la superficie de la carretera, especialmente la sistematización, optimización y priorización, tendrá consecuencias negativas. De esta manera, habrá mejores argumentos, la exactitud de los datos y la toma de decisiones que el pavimento necesita para intervenir para determinar la solución y encontrar los problemas en el campo de acción con la evidencia acertada. [9]

1.1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1.3.1 Pavimento

Un pavimento es una subestructura formada por una o más capas sobre las que actúan cargas repetidas sobre su superficie y debe ser capaz de transmitir tensiones desde la carga hacia el subrasante y hacia el material de construcción durante su vida útil de manera que no superen tensiones y deformaciones específicas.

El pavimento también se puede definir como la superficie que circula el tráfico mixto durante un largo período de tiempo en cualquier condición climática, en condiciones seguras y confortables. [10]

1.1.3.2 Clases de pavimentos

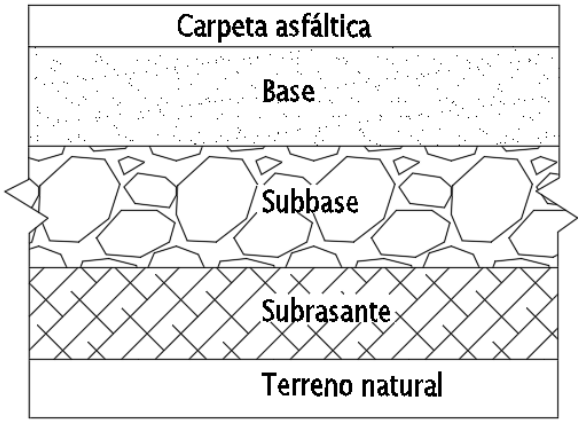
Los pavimentos pueden clasificarse en tres grupos:

- Pavimentos flexibles
- Pavimentos rígidos
- Pavimentos articulados

1.1.3.2.1 Pavimentos flexibles

Consiste en una capa de rodadura bituminosa, que se encuentra en la capa de partículas, como son la base y la sub base, y descansa sobre el cimiento o mejor conocida como la sub rasante. [10] El grosor de cada capa debe ser suficiente para cumplir con los factores económicos y de servicio de los usuarios de la carretera, que tienen una vida útil de 15 a 20 años. [10]

Gráfico N° 1. Sección de Pavimento flexible

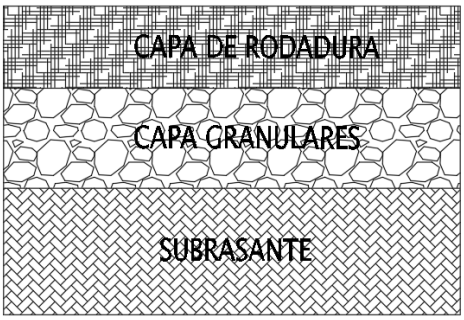


Fuente: Elaboración propia

1.1.3.2.2 Pavimentos rígidos

Se caracterizan porque la capa de rodadura es una losa de concreto de cemento, que a su vez está ubicada en la capa granular de la base o la sub base, dependiendo del diseño para permitir que el esfuerzo pueda ser disipado en cada una de las capas lo que hace que el nivel de servicio sea el más apropiado. [10]

Gráfico N° 2. Sección de Pavimento rígido

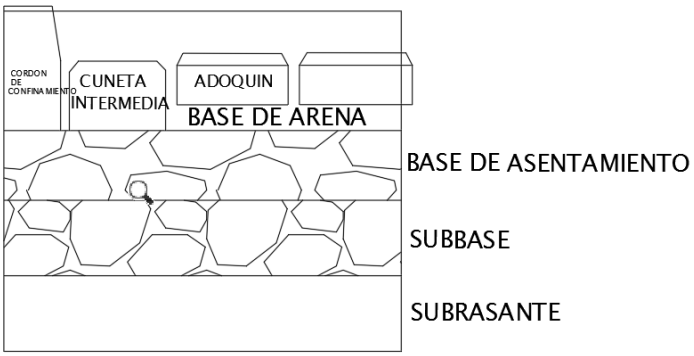


Fuente: Elaboración propia

1.1.3.2.3 Pavimentos articulados

Estas capas de rodaduras están compuestas de bloques de concreto prefabricados (adoquines) de espesor uniforme. Esta capa está ubicada en una capa seleccionada de arena, que a su vez esta se asienta en la capa granular. Las características de la sub rasante determinan si es necesario usar la capa granular, de lo contrario solo se requiere la capa de arena sobre la que se coloca la capa de rodadura [10]

Gráfico N° 3. Sección de Pavimento articulados



Fuente: Elaboración propia

1.1.3.3 Funciones de las capas de un pavimento flexible

Sub-base granular: es una capa de material granular seleccionado, que se incluye entre la sub rasante y la base. Se compone de materiales granulares, suelo estabilizado, escoria de alto horno y similares.

- Función económica: la función principal de esta capa es puramente económica, de hecho, el espesor total requerido para que el nivel de esfuerzos en la sub rasante sea igual o menor que su propia resistencia puede construirse con materiales de alta calidad; lo mejor es distribuir a las capas más calificados en la parte superior y colocar la capa de menor calidad en la parte inferior de la carretera, que suele ser la más barata.
- Capa de transición: la sub base bien diseñada evita que el material que constituye el material de lavado penetre en el material secundario, y se puede utilizar como un filtro para la base para evitar la contaminación del filtro secundario y reducir la calidad del acabado.
- Reducción de la deformación: algunos cambios de volumen en la capa de la sub rasante, generalmente relacionados con cambios en el contenido de agua (expansión o contracción) o cambios de temperatura extremos, pueden absorberse a través de la sub base y evitar dicha deformación reflejado en la superficie de la capa de rodadura.
- Resistencia: La sub-base debe soportar la tensión transmitida por el vehículo a través de la capa superior y debe transmitirse a la sub rasante a un nivel suficiente.
- Drenaje: en muchos casos, la sub base debe drenar el agua introducida a través de la carpeta y evitar que el capilar se levante.

Base granular: es una selección de materiales pétreos que se construye en la sub base y eventualmente sobre la sub rasante. Su parte superior está limitada por la capa de asfalto y su función es principalmente la resistencia.

- Resistencia: La función básica de la base de las partículas del pavimento es proporcionar un elemento de resistencia que transmita las fuerzas generadas por el tráfico a la base y al subsuelo a una intensidad apropiada.
- Función económica: la base tiene una función económica similar a la de una sub base.

Carpeta asfáltica: el betún es un material bituminoso, sólido o semisólido tiene propiedades adhesivas y se licua gradualmente al calentar. Se obtiene a partir de la destilación del petróleo. Consiste en un material aglutinante con un color que va del marrón oscuro al negro con una consistencia sólida o semisólida.

Proporciona una superficie, textura y color adecuados y estables, uniformes y estables, y resiste el efecto abrasivo del transporte tanto como sea posible para evitar que el agua ingrese al interior de la carretera.

1.1.3.4 Tratamientos superficiales

- Riego negro: este es un tratamiento de asfalto poco profundo muy ligero que no cubre el agregado ya colocado sobre la base.
- Sellado asfáltico: tecnología de pequeño espesor para pavimentos existentes.
- Lechada asfáltica: es una emulsión asfáltica de ruptura lenta de tipo SS, una mezcla de agregado fino y relleno, y agua necesaria para obtener la consistencia de la lechada.
- Imprimación asfáltica: adecuado para la superficie de absorción de materiales asfálticos líquidos de baja viscosidad, listo para cualquier procedimiento o construcción posterior. El propósito de la imprimación es llenar el espacio con betún para saturar la superficie existente, aplicar y unir el polvo y endurecer la superficie.
- Capa de adherencia asfáltica: el material de asfalto se aplica a la superficie existente para garantizar la combinación perfecta entre la superficie anterior y la nueva capa.
- Tratamientos de superficies múltiples: típicamente incluyen dos o tres aplicaciones consecutivas de betún y agregado.

1.1.3.5 Fallas en pavimentos flexibles

El deterioro de la superficie de la carretera es una serie de manifestaciones superficiales de la capa de rodadura, que hacen que el ciclo del vehículo sea menos seguro, cómodo y que tenga mayores costos operativos. En estos casos, las causas de sus fallas deben analizarse y dividirse generalmente en cinco tipos: diseño de superestructura inadecuado, movimiento de tierras inestable, defectos de construcción, solicitudes imprevistas y mantenimiento inadecuado. Algunas manifestaciones de deterioro del pavimento flexible son: pérdida de agregados, agrietamiento, exudación, corrugación lateral, corrugación de desplazamiento, surcos, deformación, agrietamiento longitudinal, aplastamiento, agrietamiento lateral, agrietamiento de la piel de cocodrilo, agrietamiento irregular. [11]

Se complementará la traducción en cada tipo de falla debido a que es necesario en las tablas del PCI.

1.1.3.5 .1 Identificación de fallas

Esta sección describe la información requerida para realizar una investigación de campo de un pavimento flexible (carpeta de asfalto = AC, tratamiento de la superficie del asfalto = TSB y carpeta de asfalto de concreto = AC / PCC).

1.- Fisuramiento "Piel de Cocodrilo" (Aligator cracking)

Grieta "piel de cocodrilo" o fatiga es una serie de grietas interconectadas causadas por la fatiga de asfalto bajo cargas de tráfico repetidas.

La grieta comienza en la parte inferior de la capa superficial donde la deformación por tensión y deformación se desarrolla bajo carga y se propaga hacia la superficie, inicialmente como una serie de grietas longitudinales paralelas. Bajo repeticiones de carga adicionales, las grietas se interconectan para formar un mosaico similar al cocodrilo. Los lados más grandes de estos fragmentos tienen menos de 60 cm.

Dichas grietas solo ocurren en áreas sujetas a cargas de tráfico repetidas, como huellas digitales. Por lo tanto, a menos que todas estas áreas estén afectadas por el tráfico, no aparecerá en toda el área. Las grietas que pueden ocurrir en toda la zona son grietas de bloque, aunque esto no es causado por las cargas de tráfico.

La grieta de la "piel de cocodrilo" es una falla estructural importante, generalmente acompañada de surcos o deformación permanente en la pista.

Niveles de severidad:

- Bajo: Pequeñas grietas longitudinales, paralelas entre sí, sin intersecciones o pocas intersecciones. Sin desmembramiento material en ambos lados.
- Medio: El mayor desarrollo de grietas que forman redes o mosaicos. Algunas grietas pueden estar moderadamente dañadas.
- Alto: el extenso desarrollo de la red de fracturas tiene un desmembramiento evidente. Algunos escombros pueden moverse en el tráfico.

Medición: La grieta "piel de cocodrilo" se mide en un área de en pies^2 o m^2. La mayor dificultad para medir esta falla es que la grieta puede ocurrir en una gravedad de 2 o 3 de nivel en el área afectada.

Gráfico N° 4. Fisuramiento piel de cocodrilo



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

2.- Exudación (Bleeding)

El exudado es una película de material bituminoso en la superficie de la carretera que produce una textura vítrea en condiciones húmedas, es brillante, muy viscosa y suave.

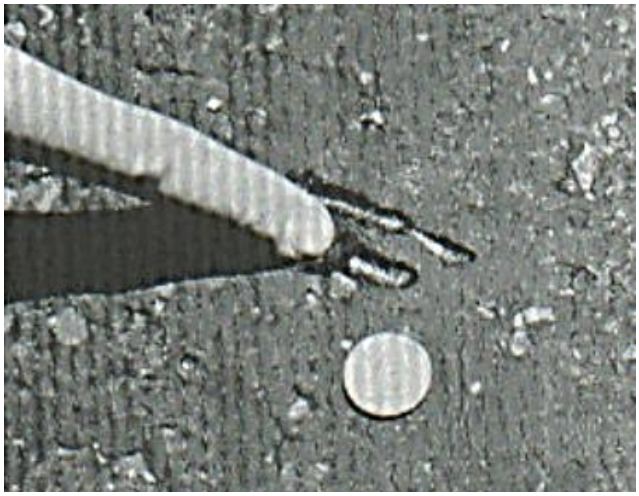
La exudación es causada por cantidades excesivas de cemento bituminoso en la mezcla, aplicación excesiva de sellos o bajos niveles de vacíos en la imprimación y / o mezcla de asfalto. Esto sucede cuando el asfalto llena el vacío en clima cálido y fluye hacia la carretera. Como el proceso de exudado es irreversible en climas más fríos, el cemento asfáltico se acumulará en la superficie.

Niveles de severidad:

- Bajo: la apariencia de la filtración es muy leve y es notoria por solo unos pocos días del año. El betún no se adhiere a los zapatos o vehículos.
- Media: la exudación es extrema, y el asfalto se adhiere a los zapatos y vehículos unas pocas semanas al año.
- Alto: la infiltración aparece ampliamente, con una cantidad significativa de asfalto pegado a los zapatos y vehículos durante varias semanas cada año.

Medición: la cantidad de exudación se mide en la superficie de pies^2 o m^2. Los agregados pulidos no se consideran al calcular el sangrado.

Gráfico N° 5. Exudación



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

3.- Fisuramiento en bloque (Block Cracking)

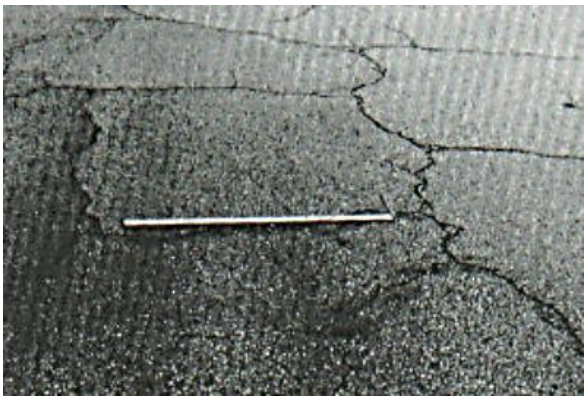
Una grieta de bloque es una serie de grietas interconectadas que dividen la carretera en bloques aproximadamente rectangulares. Estos bloques pueden variar en tamaño desde 30x30 cm hasta 3 x 3 m. Las grietas en bloque son causadas principalmente por la contracción del aglutinante de asfalto y los ciclos de temperatura diarios (que resultan en ciclos diarios de tensión y deformación). El agrietamiento en bloque significa que el asfalto se ha endurecido u oxidado significativamente. La mayoría de estos bloques aparecen en las áreas externas de la acera, aunque a veces solo aparecen en áreas sin tráfico. Este tipo de falla es diferente de la grieta "piel de cocodrilo", que forma una pieza más pequeña con un ángulo agudo y se concentra solo en el área del tráfico de vehículos.

Niveles de severidad:

- Baja: Un bloque se define como una grieta de baja severidad.
- Media: Un bloque se define como una grieta de severidad media
- Alta: Un bloque se define como una grieta de alta severidad.

Mediciones: las grietas en bloques muestran la misma gravedad en toda el área en unidades de pies^2 o m^2 del área afectada, pero si hay diferentes grados de gravedad, deben registrarse por separado.

Gráfico N° 6. Fisuramiento en bloque



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

4.- Desniveles localizados (Bumps and Sags)

Los desniveles localizados son unos pequeños desplazamientos hacia arriba o debajo de la superficie de la carretera.

El desplazamiento hacia arriba es diferente del desplazamiento, que es causado por la inestabilidad de la superficie de la carretera.

Estos desniveles hacia arriba pueden ser causados por varios factores, entre otros.

Estos desniveles ascendentes pueden ser causados por varios factores.

- En el caso de una capa de refuerzo de aglomerante asfáltico en este tipo, la subcapa de hormigón se dobla o se hunde
- El tráfico de vehículos exacerba la penetración y acumulación de materia en las grietas
- La infiltración parcial de agua (debido a la ruptura del tubo) crea un agujero en la subcapa del pavimento.

  La pendiente descendente es una pequeña inmersión repentina alrededor de la superficie del asfalto, como a veces en una tubería de agua subterránea.

Niveles de severidad

- Baja: una pendiente que causa un bajo nivel de calidad de rodadura.

- Media: Una pendiente de calidad de rodadura que resulta en una severidad moderada.
- Alta: Una pendiente que causa una calidad de rodadura severa.

Medida: La pendiente es en pies o metros. Si la pendiente se muestra en una dirección perpendicular al tráfico y el espacio es inferior a 3 metros, la falla se denomina "Corrugación". Si la falta de homogeneidad se combina con la grieta, también se registrará por separado.

Gráfico N° 7. Desniveles



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

5.- Corrugación (Corrugation)

Las ondulaciones o corrugaciones son una serie de pequeños surcos espaciados a lo largo de una parte de la superficie de la carretera o a intervalos regulares (por lo general, menos de 3 metros) en una dirección perpendicular al tráfico.

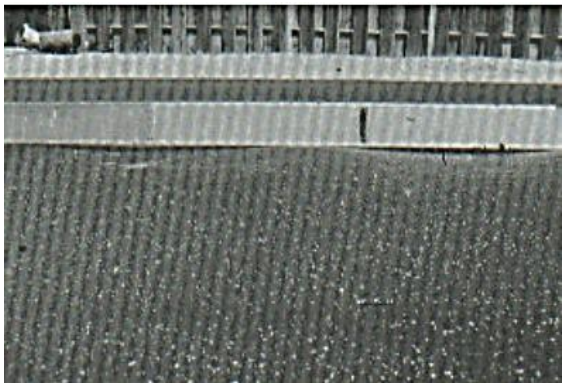
Este tipo de falla generalmente es causada por una combinación de comportamiento de tráfico y capas o base inestables.

Niveles de Severidad:

- Baja: La corrugación produce una calidad de baja severidad.
- Media: La corrugación produce una calidad de mediana severidad.
- Alta: La corrugación produce una calidad de alta severidad.

Medición: La ondulación se mide en pies^2 o m^2 del área afectada.

Gráfico N° 8. Corrugación



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

6.- Depresión (Depression)

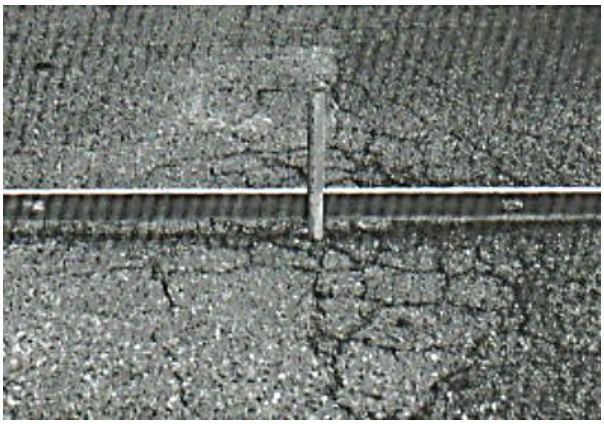
La depresión es un área parcial del pavimento cuyo nivel es más bajo que el nivel del área adyacente. En algunos casos, la ligera depresión no es obvia hasta que el agua se acumula en el área hundida después de la lluvia. En caminos secos, se pueden encontrar depresiones por las manchas dejadas por el agua. La depresión es causada por el asentamiento de la cimentación o una construcción deficiente, lo que puede causar cierta irregularidad en la calidad de la rodadura, y cuando se llena el agua a cierta profundidad, la depresión puede causar hidroplaneo y otros problemas de seguridad.

Severidad: Profundidad máxima de depresión:

- Baja: de 13 mm a 25 mm (1/2'' a 1'').
- Media: De 25 mm a 50 mm (1'' a 2'').
- Alta: más de 50 mm (más de 2'').

Medición: La depresión se mide en pies^2 o m^2 del área afectada.

Gráfico N° 9. Depresión



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

7.- Fisuramiento en borde (Edge Cracking)

Esta grieta es paralela al borde exterior de la superficie de la carretera y generalmente se encuentra dentro de los 30 a 60 cm del borde.

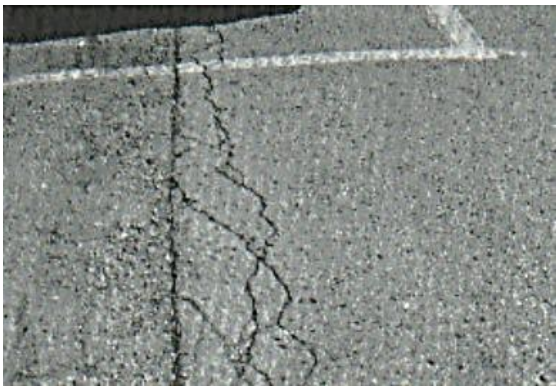
Esta falla es acelerada por el tráfico del vehículo, probablemente debido a la falta de soporte lateral del hombro, el drenaje insuficiente y la falta de compactación y restricción del borde de la carretera. Si hay desprendimiento y rotura de los residuos completos, el área entre la grieta y el borde del pavimento se considera rota.

Niveles de severidad:

- Baja: agrietamiento bajo o medio, sin colapso.
- Media: moderadamente agrietado, moderadamente roto.
- Alta: roto a lo largo del borde y rotura considerable.

Medición: canto agrietado en pies o metros.

Gráfico N° 10. Fisuramiento en borde



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

8.- Fisuramiento de la reflexión de losas de hormigón (Joint Reflection Cracking)

Este tipo de falla solo ocurre en carreteras de asfalto en carreteras rígidas. Las grietas reflectantes que evitan otras subcapas no están incluidas debido a las grietas longitudinales y / o laterales. Las grietas de los reflejos de las articulaciones generalmente son causadas por el movimiento de la sub placa causado por los gradientes de calor o humedad. Aunque no se origina en la carga de tráfico, esta falla puede ser degradada por el tráfico. Si la superficie de la carretera se rompe a lo largo de la grieta, se dice que la grieta se desmembró. Conocer el tamaño de las sub losas por adelantado puede ayudar a identificar este tipo de falla.

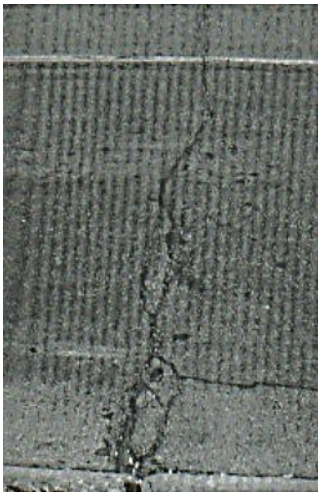
Niveles de severidad:

- Baja: Existe una de las siguientes condiciones:
    1. Fisura abierta con un ancho <10 mm.
    2. Fisura sellada de cualquier anchura.
- Medios: Existe una de las siguientes condiciones:
    1. Fisura abierta entre 10 a 75 mm de ancho.
    2. Fisura abierta de cualquier ancho con grietas ligeras alrededor de ellas.
    3. Fisura sellada de cualquier ancho con una ligera fisura alrededor.
- Alto: existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta sellada o abierta rodeada por una grieta de severidad media o alta.
2. Grietas de cualquier ancho, la superficie de la carretera en ambos lados está severamente dañada.

Medición: Las grietas reflectantes se miden en pies o metros. La longitud y la severidad de cada grieta deben registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15 metros puede tener una severidad de 5 metros y otra de 10 metros. Si la grieta tiene un hueco, también debe registrarse.

Gráfico N° 11. Fisuramiento de reflexión



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

9. - Desnivel carril/espaldón (Lane/shoulder drop off)

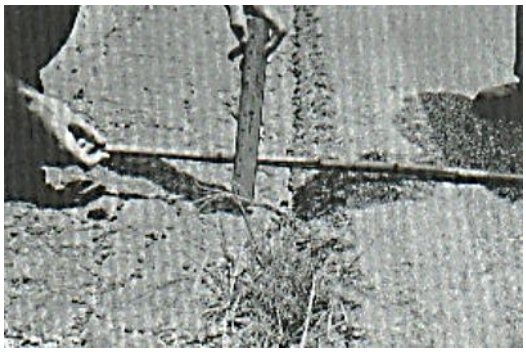
La pendiente de la pista / espaldón es la diferencia de altura entre el borde de la carretera y el espaldón debido a la erosión del asentamiento o defectos de construcción.

Niveles de severidad:

- Baja: la diferencia de altura entre el borde de la carretera y el espaldón es de 25 a 50 mm (1 a 2 pulgadas).
- Media: La diferencia de altura es de 50 a 100 mm (2 a 4 pulgadas).
- Alta: la diferencia de altura es superior a 100 mm (> 4 pulgadas).

Medida: Pendiente de pista / espaldón en pies o metros lineales.

Gráfico N° 12. Desnivel de espaldón



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

10.- Fisuramiento longitudinal y/o transversal (longitudinal and transversal cracking)

Las fisuras longitudinales son paralelas al eje de la carretera y pueden originarse en:

Las grietas longitudinales son paralelas al eje de la carretera y pueden originarse a partir de:

1. Una mala junta constructiva.
2. Encogimiento o endurecimiento del betún y / o ciclos térmicos.
3. Reflexión de grietas de subcapas que incluyen pavimento de concreto, pero no incluye costuras.

La grieta transversal parece pasar a través del pavimento en un ángulo sustancialmente recto con respecto al eje. Estas grietas no suelen estar relacionadas con las cargas de tráfico.

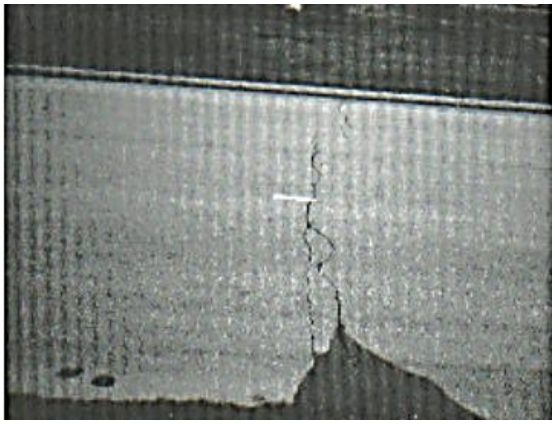
Niveles de severidad:

- Baja: Existe una de las siguientes condiciones:
  1. Grieta abierta con una anchura <10 mm.
  2. Grieta sellada de cualquier anchura.
- Media: Existe una de las siguientes condiciones:
  1. Grieta abierta entre 10 a 75 mm de ancho.
  2. Fisura abierta de cualquier ancho de 75 mm, y una grieta ligera alrededor de ella.
  3. Fisura sellada de cualquier ancho con una ligera fisura alrededor.

- Alta: existe una de las siguientes condiciones:
    1. Cualquier grieta sellada o abierta rodeada por una grieta de severidad media o alta.
    2. Fisura abierta con un ancho de más de 75 mm.
    3. Grietas de cualquier ancho, la superficie de la carretera en ambos lados está seriamente dañada.

Medición: Las grietas longitudinales y laterales se miden en pies o metros. La longitud y la severidad de cada grieta deben registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15 metros puede tener una severidad de 5 metros y otra de 10 metros.

Gráfico N° 13. Fisuramiento longitudinal



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

11.- Parche de corte de servicio (Patching/ Utility cut)

El parche es un área de pavimento que ha sido reemplazada por nuevos materiales para reparar la superficie de la carretera original.

Un parche se considera un error, sin importar qué tan bueno sea su rendimiento, ya que generalmente tiene cierta aspereza asociada.

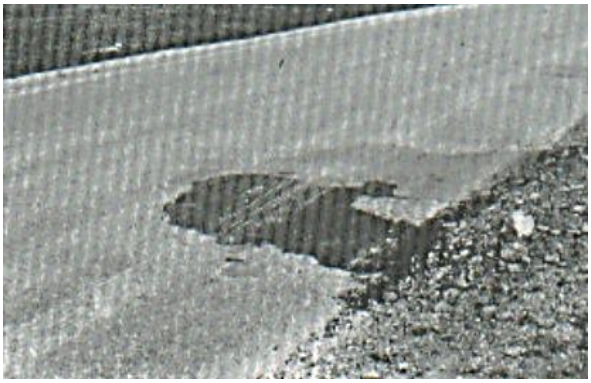
Niveles de severidad:

- Baja: el parche está en buenas condiciones y la calidad de rodadura es baja o grave.
- Media: el parche está moderadamente dañado y / o la calidad de rodadura es media.

- Alta: el parche está muy dañado y / o la calidad de la rodadura es grave. El parche debe ser reemplazado tan pronto como sea posible.

Medición: el parche se mide en pies^2 o m^2 del área afectada. Sin embargo, si los parches tienen diferentes partes de diferente gravedad, cada parche debe registrarse por separado.

Gráfico N° 14. Parche de corte



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

12.- Agregado Pulido (Polished Aggregate)

Esta falla es causada por una aplicación de tráfico duplicado. Cuando el agregado de superficie se vuelve liso, la adherencia al neumático se reduce notablemente. Cuando el área afectada es pequeña, la textura de la superficie de la carretera no contribuye mucho a la velocidad de reducción. Cuando la inspección completa revela que la superficie afectada es grande y lisa, se debe considerar el agregado abrasivo, y existe evidencia de que la resistencia al frenado mejora mucho en condiciones de humedad.

Nivel de severidad: el nivel de gravedad no está definido. Sin embargo, el grado de pulido debe ser importante porque la falla se considera un defecto.

Medición: los áridos pulidos se miden en pies^2 o m^2. Si la cantidad de exudación se calcula en la misma muestra, el agregado abrasivo no debe calcularse.

Gráfico N° 15. Agregado pulido



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

13.- Baches (Potholes)

El bache es un agujero pequeño con un diámetro de superficie de 1 metro. Por lo general, tienen bordes afilados y lados verticales cerca de su parte superior.

Cuando el agua se acumula en su interior, su crecimiento se acelera. Los baches son producidos por la erosión del tráfico de superficie. El pavimento se desintegra debido a la presencia de una mezcla pobre, la base o su parte inferior que soporta un área inferior, o porque la superficie de la carretera ha alcanzado la condición de una grieta de "piel de cocodrilo" muy grave. Los baches son fallas estructurales y no deben confundirse con desmoronamientos o intemperie.

Niveles de severidad: la gravedad de los baches de menos de 1 metro de diámetro se calcula a partir de su diámetro y profundidad de acuerdo con la siguiente tabla.

***Tabla N° 1**: Niveles de severidad de baches*

PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL BACHE	DIÁMETRO PROMEDIO DEL BACHE		
	10 a 20 cm	>20 y <= 45 cm	>45 y<= 76 cm
1.25 a 2.5 cm	B	B	M
2.5 a 5.0 cm	B	M	M
>5.0 cm	M	M	A

Fuente: Fuente: Torres – Bonifaz, Manual de Pavimentos, ESPE, 2010

Medición: Los baches se miden por unidad de la correspondiente severidad.

Si el diámetro del bache es mayor que 76 cm, el área debe estar en m^2 y dividida por 0.45 metros cuadrados para determinar el número correspondiente de baches. Si la profundidad es menor a 25 mm, el bache equivalente se considera moderadamente severo y si la profundidad es mayor a 25 mm, la severidad se considera mayor.

Medición: Los hoyos se miden para la severidad correspondiente de cada unidad.

Gráfico N° 16. Baches



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

14.- Cruce de Ferrocarril

Son pistas cercanas a la intersección ferroviaria. Niveles de severidad:

- Baja: el cruce conduce a una baja severidad de la calidad de rodadura.
- Media: el cruce causa una calidad de rodadura moderadamente grave.
- Alta: El cruce provoca una alta severidad de la calidad de rodadura.

Medida: El área de intersección es en pies2 o m2. Si la intersección no afecta la calidad de la rodadura, no debe calcularse. Cualquier otra falta de homogeneidad causada por la vía debe considerarse parte del cruce del ferrocarril.

Gráfico N° 17. Cruce de ferrocarril



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

15.- Surco en Huella (Rutting)

El surco de la huella es una depresión ubicada en la huella del tráfico. En algunos casos, la altura de la superficie de la carretera se puede notar a lo largo de la depresión, y en muchos casos, el surco atrae la atención solo debido a la acumulación de agua después de la lluvia.

El surco se origina a partir del asentamiento de la capa de pavimento y la sub-pendiente, y a través de la consolidación plástica, la deformación plástica o la falla de corte.

Tales fallas son ciertamente causadas por el tráfico de vehículos y pueden, en gran medida, conducir a fallas estructurales importantes de la superficie de la carretera.

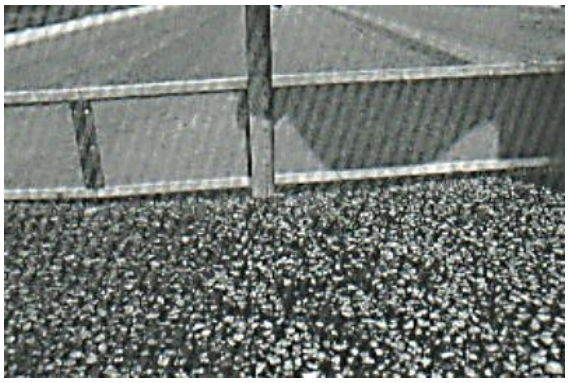
Niveles de severidad: profundidad media del surco:

- Baja: De 6 mm a 13 mm (1/4 a 1/2”).
- Media: De 13 mm a 25 mm (1/2” a 1”).
- Alta: Mayor de 25 mm (más de 1”)

La profundidad promedio se establece promediando varias mediciones, con una regla perpendicular a la huella y una regla estándar de 1,20 metros de largo colocado a lo largo de la huella.

Medición: La huella se mide en pies^2 o m^2 del área afectada y la gravedad está determinada por la profundidad promedio.

Gráfico N° 18. Surco en huella



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

16.- Desplazamientos (Shoving)

El desplazamiento es una deformación longitudinal permanente de un área localizada de la superficie de la carretera causada por cargas de tráfico que "empujan" el material de la superficie para producir fluctuaciones transitorias y repentinas.

Esta falla generalmente ocurre solo en mezclas de bitumen líquido inestable (con diluyentes tales como nafta, gasolina o emulsiones de bitumen).

Estos desplazamientos también se producen en la transición entre el pavimento asfáltico y el pavimento rígido a medida que el pavimento rígido se expande y "empuja" el pavimento asfáltico causa el desplazamiento.

Niveles de severidad:

- Baja: Un desplazamiento que resulta en una baja severidad de la calidad de rodadura.
- Media: desplazamiento de la masa rodante que produce una severidad moderada.
- Alta: el desplazamiento causa una grave calidad de rodadura.

Medición: El desplazamiento se mide en pies^2 o m^2 del área afectada. Considere el desplazamiento en el área parcheada cuando cree una falla de "parche" con una severidad apropiada en lugar de una falla separada.

Gráfico N° 19. Desplazamientos



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

17.- Fisuramiento de Resbalamiento (Slippage Cracking)

Las fisuras de resbalamiento tienen forma de media luna con los extremos apuntando en dirección opuesta al tráfico. Ocurren cuando el neumático se frena o se redirige para causar deformación de la superficie. Esta falla ocurre típicamente cuando hay una mezcla de baja resistencia o mala adhesión entre la capa superficial y su subcapa.

Niveles de severidad:

- Baja: el ancho promedio de la grieta es inferior a 1 cm (<3/8 ").
- Media: Existe una de las siguientes condiciones:

1. El ancho promedio de la grieta está entre 1.0 y 3.8 cm (3/8 "y 1 ½").

El área alrededor de la grieta muestra escombros rotos pero fuertes.

2. El área alrededor de la fisura evidencia piezas rotas pero firmes.

- Alta: Existe una de las siguientes condiciones:

1. El ancho promedio de la grieta es mayor que 3.8 cm (>1 ½“).

2. El área alrededor de la grieta muestra partes rotas que son fáciles de desmontar.

Medición: El área asociada con la grieta deslizante se mide en pies^2 o m^2 y se registra en la extensión más severa en el área afectada.

Gráfico N° 20. Fisuramiento de resbalamiento



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

18.- Hinchamiento (Swell)

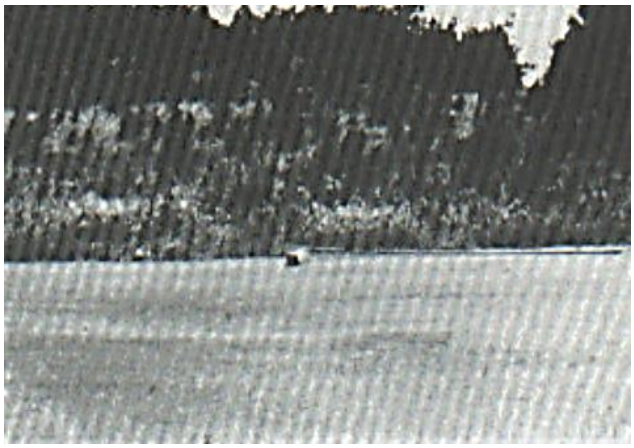
El hinchamiento se caracteriza por una deformación hacia arriba en la superficie de la carretera y fluctuaciones graduales en la longitud de más de 3 metros. La expansión puede ir acompañada de grietas en la superficie, generalmente causadas por la acción del suelo hinchado.

Niveles de severidad:

- Baja: El hinchamiento hace que la calidad del rodado sea baja. La hinchazón en este nivel de gravedad no es fácil de detectar, pero puede "sentirse" cuando se conduce a velocidad normal y se acelera hacia arriba si hay hinchazón.
- Media: el hinchamiento produce una calidad de rodadura moderadamente grave.
- Alta: la expansión provoca una calidad de rodadura severa.

Medición: El Hinchamiento se mide en pies^2 o m^2 de área afectada.

Gráfico N° 21. Hinchamiento



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

19.- Desmoronamiento / Intemperismo (Weathering / Ravelling)

El colapso y la intemperie indican desgaste de la superficie debido a la pérdida de la carpeta de asfalto y la desintegración de las partículas de piedra. Estas fallas indican que el asfalto se ha endurecido en grandes cantidades o que la mezcla de asfalto es de mala calidad. En este defecto también se incluye el ablandamiento de la superficie debido al derrame de aceite y petróleo y la desintegración de los agregados.

Niveles de severidad:

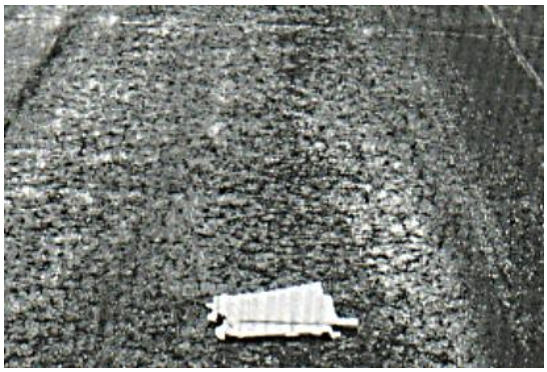
- Baja: los agregados o las carpetas de asfalto han comenzado a desgastarse. En algunas zonas, la superficie comienza a picar. La superficie está contaminada con aceite, aunque todavía es muy dura y difícil de aplicar con monedas.
- Media: Se han usado agregados y / o carpetas de asfalto. La textura de la superficie de la carretera es moderadamente rugosa o picada. En el caso de las manchas de aceite, la superficie de la carretera es suave y puede ser penetrada por monedas.
- Alta: El aglomerado y / o las carpetas de asfalto están muy desgastados. La superficie es muy rugosa y picada.

El área cortada tiene menos de 10 cm de diámetro y menos de 13 mm de profundidad. Un área triturada más grande que estas se consideran un bache. En el caso de las

manchas de aceite / petróleo, el aglutinante de asfalto ha perdido su masa y el agregado está realmente suelto.

Medición: El desmoronamiento / intemperismo se mide en pies^2 o m^2 de área afectada. [11]

Gráfico N° 22. Desmoronamiento



Fuente: Manual de PCI de Luis Vásquez

1.1.3.6 Tráfico

En los proyectos viales, cuando se trata de mejorar los caminos existentes (remediación, ensanchamiento, pavimentación) o establecer caminos alternativos entre puntos que han sido conectados por caminos de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y predecir la demanda futura. La estimación del tráfico, por otro lado, se vuelve difícil e incierta cuando se trata de áreas subdesarrolladas o no desarrolladas actualmente. Esta situación ocurre a menudo en nuestro país, y grandes áreas de su territorio están total o parcialmente sin desarrollar. [12]

1.1.3.6.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

La unidad de medida para el tráfico es el promedio anual de tráfico diario. [12]

Para las rutas de tráfico de dos vías, el tráfico se llevará a cabo en dos direcciones, y el número de vehículos al final del día es similar en ambas direcciones.

Para un estudio definitivo, se debe contar manualmente durante al menos 7 días en una semana, independientemente de los eventos especiales.

Se deben proporcionar años de registro de datos para proporcionar una base confiable para predecir el crecimiento futuro del tráfico esperado. Dado que la configuración de sitios

permanentes en todas las rutas no es común ni práctica, puede estimar los TPDA semanales en la primera semana y producir componentes de muestreo las 24 horas del día, al menos 4 días a la semana, incluidos los sábados y domingos.

Se utilizó el método de la hora treintava porque los criterios de diseño geométrico sugirieron usar un método alternativo ya que no se dispone de un factor para determinar el tráfico. [12]

Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño)

El factor de hora pico (FHP) es el 25% de la relación entre el tráfico de hora pico y el tráfico más alto registrado durante esta hora pico de 15 minutos. Lo anterior se resume a continuación:

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q15\ máx}$$

Dónde:

Q: Volumen de tráfico durante una hora.

Q15 máx.: Volumen de tráfico máximo registrado durante 15 minutos de la hora pico.

En el caso de las carreteras rurales, el tráfico durante las horas pico o 30HD es típicamente entre 12% y 18% de TPDA, con un promedio de 15%. En las carreteras urbanas, este volumen representa entre el 12% y el 8% del TPDA, por lo que el 10% puede usarse como un valor de diseño sin su propio valor.

Tráfico actual: volumen de tránsito que la carretera mejorada utilizará cuando se ponga en uso.

Tráfico Generado: consiste en vehículos que viajan fuera del transporte público. Si no hay una carretera construida o mejorada, no se llevará a cabo: es equivalente al 20% de TPDA.

Tráfico atraído: la cantidad de tráfico que se atrae desde otras carreteras después de que se completa la mejora. Esto es equivalente al 10% de TPDA.

Tráfico desarrollado: el volumen de tráfico ha aumentado debido a la mejora del terreno cerca de la carretera. A diferencia del tráfico generado, el tráfico desarrollado continúa

operando durante muchos años después de que la carretera se pone en uso. Equivalente al 5% de TPDA.

Tráfico futuro: tráfico esperado al final del período de diseño.

1.1.3.6.2 Ejes equivalentes

El tráfico anual se distribuye proporcionalmente a cada carril de la carretera. El tráfico se convierte en varios ejes simples equivalentes a 8180 kg (8.2 toneladas), que deben ser soportados por la estructura de pavimento durante el diseño. [12]

1.1.3.7 Índice de condición del pavimento

El Índice de condición del pavimento (PCI, abreviado como inglés) es el método más completo disponible en el modelo de gestión de carreteras para evaluar e identificar objetivamente el pavimento, la flexibilidad y la rigidez.

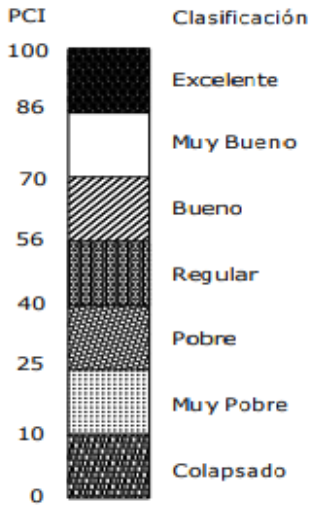
Este método es fácil implementación y no requiere herramientas especiales, aparte de las herramientas que conforman el sistema, como se muestra a continuación.

Se proporcionan todos los daños contenidos en la formulación PCI original, pero finalmente se observarán estrictamente las patologías que no deben considerarse debido a su origen o naturaleza fuera de las condiciones locales.

El deterioro de la estructura del pavimento es una función del tipo de daño, su gravedad y la cantidad o densidad. Debido a la gran cantidad de condiciones posibles, la formulación del índice considerando los tres factores mencionados es problemática. Para superar esta dificultad, se introdujeron el "valor de deducción" se utiliza como un prototipo del factor de ponderación para indicar el grado en que las diversas combinaciones de niveles de daño, gravedad y densidad afectan la condición de la superficie de la carretera.

El PCI es un índice numérico que varía de cero (0) a una superficie de la carretera de falla o en condiciones difíciles, hasta cien (100) para un estado perfecto de la carretera. La tabla 1 muestra el rango de PCI con la descripción correspondiente. [13]

Gráfico N°23: Clasificación del PCI



Fuente: *código ASTM D5340 (PCI-Pavement Condition Index)*

Evaluación de la Condición: El programa varía según el tipo de superficie de la carretera que se inspecciona. Las definiciones de daños en este manual deben seguirse estrictamente para obtener un valor PCI confiable.

La evaluación del estado incluye los siguientes aspectos:

a) Equipo.

- El odómetro manual mide la longitud y el área de daño.
- regla y cinta métrica para determinar la profundidad de los ahuellamientos.
- Manual de daños PCI con el formato correspondiente y una cantidad suficiente para realizar las actividades.

b. Verifique la unidad de muestreo según el manual de daños para medir el tipo, la cantidad y la gravedad del daño y registre la información en el formato apropiado. Las definiciones y procedimientos para medir el daño se deben entender y seguir estrictamente. Cada unidad de muestra utiliza una tabla o "tabla de información de exploración condicional", y cada línea de cada formato se usa para registrar el alcance, la gravedad y la gravedad del daño.

c. El equipo de inspección debe implementar todas las medidas, como señales y dispositivos de advertencia conectados a los vehículos y al personal de la carretera. [13]

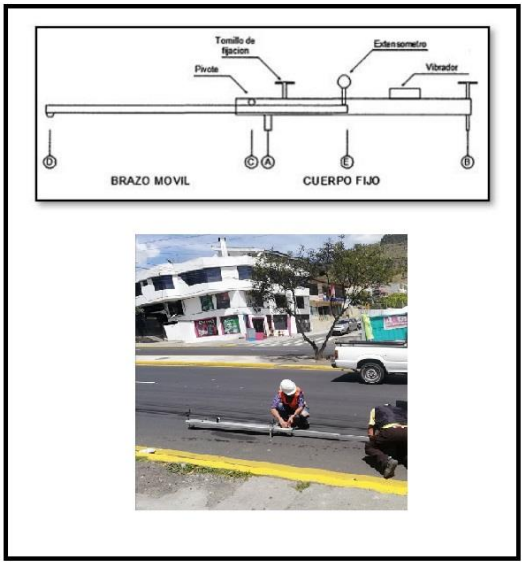
1.1.3.8 Viga Benkelman

El sistema de medición de deflexión más común es a través del uso de vigas de Benkelman. El dispositivo se utiliza para medir en sectores donde se observa una falla visible y no se observa ninguna falla, de tal manera que las propiedades actuales del pavimento se puedan limitar "in situ" y los resultados se integren para la interpretación global. [14]

La viga de Benkelman es una herramienta conjunta en la evaluación estructural que permite medir las desviaciones del nivel de la superficie en cada distancia. Para lograr estas medidas, se debe aplicar una carga de 18,000 libras desde el neumático doble desde el simple eje trasero del camión. Estas deflexiones se miden en el punto de referencia inicial y en cada distancia a medida que avanza el camión, lo que produce una curva de desviación. [15]

La viga de Benkelman se usa para medir la deflexión de la superficie de la carretera y está compuesta principalmente por dos partes: un cuerpo fijo, directamente sobre el suelo por tres soportes, dos frentes fijos (A) y uno trasero ajustable (B), y un cuerpo en movimiento compuesto por dos brazos móviles que está conectado al cuerpo fijo por una articulación o un pivote (C), uno de cuyos extremos se coloca en el suelo entre las dos ruedas del eje trasero (D), y el otro está en contacto sensible con la barra de la barra y un extensómetro de movimiento vertical (E). Además, la unidad tiene un vibrador incorporado que evita que el indicador del dial se bloquee o cualquier perturbación externa que afecte las lecturas durante la activación. [16]

Gráfico N° 24: Esquema de la viga Benkelman



Fuente: Elaboración propia

La viga Benkelman es operada por una palanca suspendida del marco que transmite la desviación vertical del punto de medición al comparador. La medición se realiza colocando la punta de la viga entre las dos ruedas y midiendo la desviación cuando se retira el vehículo. El resultado de la deflexión se lee en el dial. [17]

Equipo necesario.

1) Viga Benkelman

2) Extensómetro con un indicador de cuadrante por 0.01 mm

3) El camión cargado, con un peso de eje trasero de 18000 libras, un par de neumáticos gemelos con una presión de inflado de 75 a 85 psi.

4) Personal y equipo de transporte de vehículos auxiliares, se recomienda ser una camioneta.

5) Una balanza de 10 toneladas para pesaje de camiones; si no está balanceada, se puede pesar en cualquier balanza de carga pesada y solo se ingresan 2/3 de la carretilla en la balanza.

6) Termómetro o sistema de termopar con una escala de -10 ° C a 50 ° C.

7) Manómetro con una boquilla adecuada para medir la presión de inflado.

8) Accesorios de seguridad como cascos, conos y señales de seguridad.

9) Accesorios de medición tales como: cinta métrica de 3 m, plomada, destornillador, alicates, lápiz, termómetro. [17]

1.1.3.9 Estudio de suelos

Los estudios de suelo pueden comprender las propiedades físicas y mecánicas del suelo, es decir, la composición de los elementos en la capa profunda, el tipo de cimentación y el asentamiento de la estructura en relación con el peso que soportará.

Estos son muy importantes para lograr el trabajo de ingeniería para determinar si el terreno es adecuado para cualquier proyecto.

1.1.3.9.1 Contenido de humedad

El estudio del contenido de humedad permite la clasificación del suelo incluso en suelos secos, lo que significa que se puede estudiar la cantidad de agua que se puede encontrar en la calidad del suelo.

La relación entre el peso del agua contenida y el peso de su fase sólida se conoce como el contenido de humedad, que se expresará como un porcentaje. En la práctica los valores de humedad varían de 0% a 100% y se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$w\% = \left(\frac{Ww}{Ws}\right) * 100$$

Dónde:

w%= contenido de humedad del suelo en porcentaje.

Ww= Peso del suelo húmedo

Ws= Peso del suelo seco

1.1.3.9.2 Límite Plástico

Un estudio del límite de plasticidad determina el porcentaje mínimo de humedad que el suelo posee para poder ser amasado. De acuerdo con la teoría y la aplicación de la mecánica del suelo, se debe considerar que cuando se alcanza el límite plástico, se debe

hacer el rollo de material y, cuando se agrieta, significa que el material del suelo no alcanza el límite plástico, y se concluirá que es piso NP (no plástico).

1.1.3.9.3 Límite líquido

De acuerdo con la investigación de Juárez Badillo, este método puede mostrar si el suelo es plástico. Cuando el suelo ingresa al estado plástico desde el estado semilíquido, el porcentaje máximo de humedad que el suelo puede amasar es la humedad correspondiente al límite entre los dos.

1.1.3.9.4 Granulometría

Indica la distribución del tamaño del agregado a través del tamizado. Este método determinará la proporción de diferentes elementos constitutivos y los clasificará según su tamaño.

1.1.3.9.5 Clasificación de suelos

Existen varios métodos de clasificación de suelos, como el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, la Asociación Americana de Carreteras Oficiales e Instituciones de Transporte (AASHTO) y el sistema ASTM. [19]

Todos los sistemas mencionados utilizan el límite de Atterberg (límite de líquido e índice de plasticidad) y analizan el proceso de eliminación del tamaño de partícula y la clasificación del suelo.

1.1.3.9.5.1 Sistema de clasificación de suelos de la AASTHO

La siguiente tabla muestra el sistema de clasificación AASTHO, que proporciona un método para obtener clasificaciones de grupos entre A-4 y A-7 y sus subgrupos correspondientes utilizando límites de líquidos e índices de plasticidad. El sistema de clasificación AASHTO también usa índices de grupo para comparar diferentes suelos dentro del mismo grupo. [19]

Gráfico N°25: *Clasificación del suelo según AASHTO*

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
Clasificación de grupo	A-1		A-3[A]	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...		...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.[B]
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

[A] La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

[B] El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente*: "Mecánica de suelos elemental"*

1.1.3.9.5.1 Sistema de clasificación unificada de suelos SUCS

Este sistema es ampliamente utilizado. Se enumerara los factores a considerar en el Sistema de clasificación unificado para la clasificación de suelos. La siguiente clasificación considera el desglose con más detalle:

1.- Gravas o arenas:

Gw, Gp, Sw o Sp: si menos del 5% del material pasa a través del tamiz No. 200; G = grava; S = arena; W = graduado; P = pobre graduación. La especificación de la escala o la diferencia de escala depende de los valores de Cu y Cc, aunque el límite de plasticidad de la clasificación se considerará en este proyecto para comprender la distribución del tamaño de partícula. [19]

2.- Gravas y Arenas son:

GM, GC, SM o SC: si más del 12% del material pasa a través del tamiz No. 200; M = limo; C = arcilla usando la tabla de plasticidad, después de obtener el límite de líquido y el índice plástico a través de la fracción de partículas del tamiz No. 40, se determina la designación de limo o arcilla.

3.- Las gravas y arenas se pueden clasificar:

GW-GC, GW-GM, SW-SC, SW-SM, PG-GC, GP-GM, SP-SC, SP-SM si entre 5 y 12% del material pasa a través del tamiz N° 200

4.-Los suelos de grano fino (más del 50% pasa el tamiz N°200) son:

ML, OL, o CH

Si los límites líquidos son menores a 50%

5.- Los suelos de grano fino:

MH, OH o CH

Si los límites líquidos son superiores a 50%; [19]

Gráfico N°26: *Clasificación del suelo según SUCS*

<table>
<tr><th colspan="3">PRINCIPALES</th><th>grupo</th><th></th><th colspan="3"></th></tr>
<tr><td rowspan="6">SUELOS DE GRANO GRUESO

Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200</td><td rowspan="3">GRAVAS

Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)</td><td>Gravas limpias

(sin o con pocos finos)</td><td>GW</td><td>Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.</td><td rowspan="6">Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:

<5%->GW,GP,SW,SP.

>12%->GM,GC,SM,SC.

5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.</td><td>Cu=D_{60}/D_{10}>4
Cc=$(D30)^2/D_{10}xD_{60}$ entre 1 y 3</td><td></td></tr>
<tr><td>GP</td><td>Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.</td><td colspan="2">No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.</td></tr>
<tr><td>Gravas con finos

(apreciable cantidad de finos)</td><td>GM</td><td>Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.</td><td>Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.</td><td rowspan="2">Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.</td></tr>
<tr><td>GC</td><td>Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.</td><td>Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ARENAS

Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)</td><td>Arenas limpias

(pocos o sin finos)</td><td>SW</td><td>Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.</td><td>Cu=D_{60}/D_{10}>6
Cc=$(D30)^2/D_{10}xD_{60}$ entre 1 y 3</td><td></td></tr>
<tr><td>SP</td><td>Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.</td><td colspan="2">Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.</td></tr>
<tr><td>Arenas con finos

(apreciable cantidad de finos)</td><td>SM</td><td>Arenas limosas, mezclas de arena y limo.</td><td>Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.</td><td rowspan="2">Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan</td></tr>
<tr><td>SC</td><td>Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.</td><td>Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">SUELOS DE GRANO FINO

Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200</td><td rowspan="4">Limos y arcillas:

Límite líquido menor de 50</td><td>ML</td><td>Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos límpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.</td><td colspan="3" rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>CL</td><td>Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.</td></tr>
<tr><td>OL</td><td>Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Limos y arcillas:

Límite líquido mayor de 50</td><td>MH</td><td>Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.</td></tr>
<tr><td>CH</td><td>Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.</td></tr>
<tr><td>OH</td><td>Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Suelos muy orgánicos</td><td>PT</td><td>Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.</td></tr>
</table>

Fuente*: "Mecánica de suelos elemental"*

1.1.3.9.6 CBR

El diseño del valor CBR se utiliza para determinar la estructura del pavimento. Para este propósito, el instituto de investigación de asfalto debe utilizar el método de la aplicación de percentil del acuerdo para especificar la capacidad de soporte a través de la sección

homogénea en toda la longitud de la carretera, la intensidad del tráfico acumulado en la fase de diseño y el carril de diseño. [18]

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la evaluación funcional y estructural del pavimento de la vía Manuelita Sáenz desde la intersección con la Av. Quiz Quiz hasta la intersección con la Av. José Peralta.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar la evaluación superficial de pavimento, mediante la recolección de datos de campo.
- Identificar los deterioros o fallas del pavimento para poder así determinar el estado actual de la vía (a través del método del PCI).
- Determinar las deflexiones elásticas del pavimento a través del ensayo de la viga Benkelman
- Evaluar la condición actual de la capa de rodadura a través de la extracción de núcleos de asfalto
- Elaborar un presupuesto de mantenimiento y reparación de fallas del pavimento de la vía

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

2.1 Materiales y equipos

Para los ensayos realizados se utilizó diferentes materiales y equipos.

- **Ensayo viga Benkelman**

Equipo:

Viga Benkelman.

Extensómetro.

Camión cargado con 18000 libras.

- **Extracción de núcleos de asfalto para gravedad específica y granulometría.**

Equipo:

Máquina perforadora saca núcleos portátiles a gasolina.

Máquina centrifuga.

Balanzas.

Horno.

Espátula.

Probetas.

Recipientes.

Materiales:

Agua

Gasolina.

- **Estudio de suelos.**

Equipo:

Tamices para agregado grueso y fino.

Moldes metálicos.

Martillo de compactación.

Horno.

Balanzas.

Bandejas.

Máquina para ensayo CBR.

Materiales:

Material extraído de la avenida.

Agua.

- **PCI**

Equipo:

Manual de identificación de fallas.

- **TPDA**

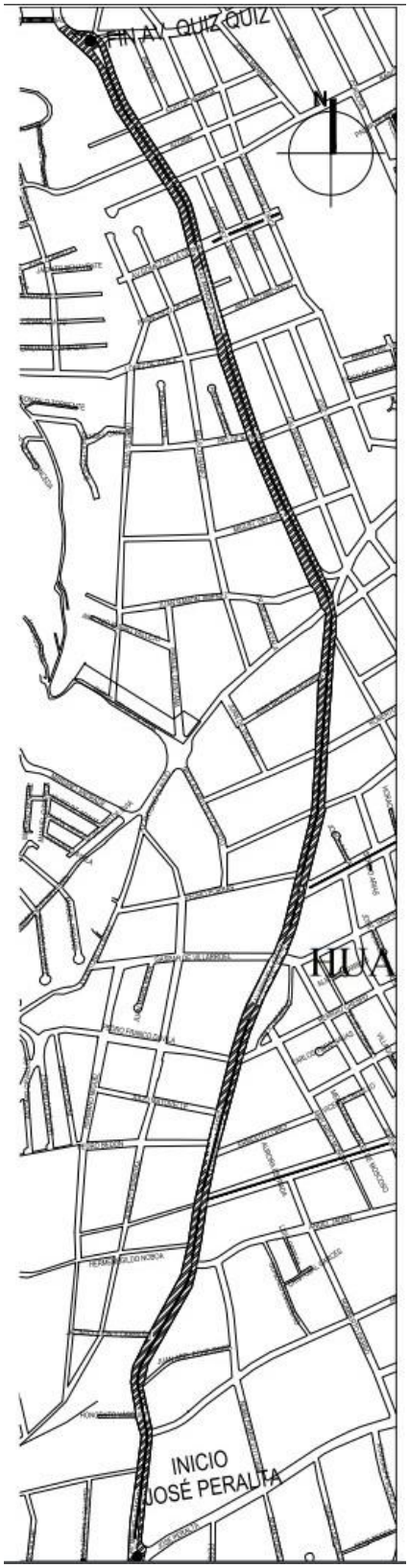
Equipo:

Hojas de contabilización de vehículos.

2.2 Ubicación del proyecto

El presente proyecto técnico está ubicado en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato en la vía urbana Manuelita Sáenz desde la intersección con la Av. Quiz Quiz hasta la intersección con la Av. José Peralta.

Gráfico N°27*: Ubicación del Proyecto*



Fuente: Elaboración propia

2.3 Métodos

En el presente proyecto técnico de la evaluación funcional y estructural del pavimento de la vía Manuelita Sáenz desde la intersección con la Av. Quiz Quiz hasta la intersección con la Av. José Peralta. Los tipos de investigación que se aplicará será: exploratorio, analítico, descriptivo y de laboratorio.

Es exploratorio por la razón de que en la vía Manuelita Sáenz no se ha efectuado un estudio de evaluación funcional y estructural, la metodología es determinar cada uno de los componentes físicos fallidos viales del tramo seleccionado mediante el método del PCI, Viga Benkelman, estudios de suelos y estudio de asfalto.

La Investigación analítica se realizará una vez culminado la visualización de la superficie del pavimento y ensayado la parte estructural, con la recolección de datos se obtendrá el estado real de la vía y así proponer una adecuada intervención en la estructura del pavimento.

Es investigación descriptiva porque se requiere una descripción completa de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar ni causas ni consecuencias de este. El método del PCI efectuamos las fallas del pavimento existentes en la vía de estudio.

Se utilizará la investigación de laboratorio debido a que se ejecutará ensayos que permitan obtener el comportamiento de la subrasante frente a las cargas expuestas, determinar si los materiales utilizados para la sub base y base son los adecuados para su reutilización o reconstrucción del mismo, así como también un estudio de asfalto para determinar su granulometría y su porcentaje de asfalto.

Las propiedades a conocer son:

a) Granulometría
b) Límite plástico
c) Límite liquido
d) Índice de plasticidad
e) CBR
f) Densidad bruta, granulometría y porcentaje del pavimento asfáltico

2.3.1 Levantamiento de información

2.3.1.1 Levantamiento de Georreferenciación

Dentro del proyecto técnico a desarrollar, en Ingeniería civil se debe obtener un levantamiento topográfico, con la ayuda de un GPS de precisión y materiales necesarios se obtuvo un total de 300 puntos, un abscisado cada 10m con un ancho promedio de la vía de 7.30m por calzada. El proyecto tiene una longitud de 3.00 km de la vía Manuelita Sáenz desde la intersección con la Av. Quiz Quiz hasta la intersección con la Av. José Peralta

2.3.1.2 Conteos manuales de tránsito Vehicular

El estudio de tránsito vehicular se realizó por el método manual durante 7 días de la semana desde el día, lunes 27 de mayo al 2 de junio del 2019 en horario de 7am a 7pm correspondiente a 12 horas diarias con intervalos de 15min. La estación de conteo se desarrolló en la abscisa km 2+000.

2.3.1.3 Estudio del Índice de condición del pavimento (PCI).

Una vez realizado la inspección visual, se determina que la vía en estudio está comprendida en dos secciones por lo que la sección 1 está comprendida desde el km 0+000 al km 1+500 con un pavimento nuevo y una sección 2 comprendido desde el km 1+500 al km 3+000 con un pavimento antiguo.

2.3.1.4 Ensayo de la Viga Benkelman

La viga Benkelman utilizada para el ensayo tiene una relación de brazos 2:1, el brazo largo mide 2,44 y el corto 1,22m es un dispositivo que opera por medio de una palanca suspendida de un bastidor que transmite la deflexión vertical del punto de medida a un comparador, los resultados de las deflexiones se leen en un dial indicador.

La aplicación de este método está comprendida en 2 secciones, debido a que la vía consta de un pavimento nuevo y un pavimento antiguo.

2.3.1.4.1 Puntos de estudio.

Las deflexiones se miden cada 200m a lo largo de la vía alternando los carriles, la distancia desde el borde al punto de ensayo es de 90cm en las 2 secciones.

***Tabla N°2**: Puntos de aplicación ensayo Viga Benkelman*

No.	Abscisa	Carril		Distancia del borde al punto de ensayo
		Izquierdo	Derecho	
1	Km 0+000	x		90 cm
2	Km 0+200		x	90 cm
3	Km 0+400	x		90 cm
4	Km 0+600		x	90 cm
5	Km 0+800	x		90 cm
6	Km 1+000		x	90 cm
7	Km 1+200	x		90 cm
8	Km 1+400		x	90 cm
9	Km 1+600	x		90 cm
10	Km 1+800		x	90 cm
11	Km 2+200	x		90 cm
12	Km 2+400		x	90 cm
13	Km 2+600	x		90 cm
14	Km 2+800		x	90 cm
15	Km 3+000	x		90 cm

***Fuente**: Elaboración propia*

En cada punto de ensayo se mide las deflexiones D0, D25, D50, D100, D500, D800

2.3.1.5 Estudios de suelos

Para evaluar las características físico mecánicas de los materiales que conforman la estructura del pavimento se desarrolló calicatas de 1m*1m*1,50, cada 1km de la vía en estudio. Se extrajo 50kg de material de cada capa de la estructura del pavimento.

2.3.1.5.1 Ubicación de Calicatas.

***Tabla N°3:** Ubicación de Calicatas*

Calicata	Abscisa	Coordenadas		
		Este	Norte	Altitud (m)
1	Km 1+500	762795.71	9860134.96	2721
2	Km 3+000	762467.49	9860961.61	2653

***Fuente**: Elaboración Propia*

2.3.1.5.2 Granulometría

Para el ensayo de Granulometría se aplicó las siguientes normas:

AASHTO T-87-70

ASTM D 421-58

ASTM D 422-63

2.3.1.5.3 Límites de Atterberg

Para el ensayo de Límites de Atterberg se aplicó las siguientes normas:

AASHTO T-89

AASHTO T-90-70

ASTM D 424-71

INEN 691

2.3.1.5.4 Próctor modificado

Para el ensayo de compactación se aplicó las siguientes normas:

AASHTO T-180

ASTM D 1557

2.3.1.5.4 CBR

Para el ensayo de CBR se aplicó las siguientes normas:

AASHTO T-193

ASTM D 1883

2.3.1.6 Estudio de la carpeta asfáltica

Para el estudio de asfalto se realizó la extracción de núcleos de asfalto a cada 500 metros de manera alternada obteniendo 6 muestras representativas, las mismas que nos servirán para realizar los respectivos análisis de densidad, granulometría y contenido de asfalto

2.3.1.6.1 Extracción de núcleos

Para la extracción de núcleos se utilizó ‘’la máquina perforadora saca núcleos portátil a gasolina’’ es la máquina de perforación más utilizada para recoger núcleos en carreteras, autopistas y otras estructuras. Es ampliamente utilizado por contratistas de obras públicas, laboratorios de prueba, municipios, servicios de carreteras y otras agencias.

El uso adecuado del equipo dará como resultado muestras que ayudarán a obtener resultados confiables durante las pruebas. Es por eso que se deben tomar las siguientes precauciones al extraer.

Siempre nos aseguraremos de que la broca esté húmeda durante todo el proceso de penetración hasta que se taladre el orificio, cuyo propósito es evitar el sobrecalentamiento excesivo debido a la fricción que puede hacer que el diente se rompa.

La broca siempre penetrara en ángulo recto con la superficie plana de la muestra, de modo que la máquina reducirá la cantidad de trabajo, los agregados se verán afectados lo menos posible y la muestra se obtendrá sin ondulaciones en las paredes laterales, lo que puede provocar errores.

La penetración siempre excederá la capa que se esté estudiando, y se prefiere que la muestra permanezca en la broca cuando se extrae para que el núcleo se dañe lo menos posible.

2.3.1.6.2 Contenido de asfalto

Para el ensayo de porcentaje de contenido de asfalto se aplicó las siguientes normas:

ASTM- D 2172

NORMA AASHTO T-164

2.3.1.6.3 Densidad bruta

Para el ensayo de densidad se aplicó la siguiente norma:

NORMA AASHTO T 245

2.3.1.6.4 Granulometría

Para el ensayo de Granulometría se aplicó las siguientes normas:

MOP - 001-F 2002

Población y Muestra

Población:

Es la capa de rodadura de las 2 calzadas de la av. Manuelita Sáenz se trata de un estudio de evaluación funcional y estructural por lo que es necesario conocer las características de la subrasante y si los materiales de la subbase y de la base son los adecuados para el funcionamiento vial.

Muestra:

Para el estudio de la evaluación funcional y estructural se realizará calicatas a cada 1500m aproximadamente de distancia con un total de 2 muestras a ensayar.

Adicionalmente para una evaluación completa se hizo necesario realizar una extracción de núcleos de asfalto para su respectivo análisis de gravedad específica, porcentaje de asfalto y granulometría

***Tabla N°4**: Operacionalización de la variable independiente y dependiente*

Variable independiente	**Conceptualización**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Ítems**	**Técnicas e instrumentos**
Evaluación funcional y estructural.	El proceso de evaluación funcional y estructural se desarrollará en función de las fallas, deflexiones, tráfico y calicatas que pueda presentar el tramo de estudio.	Condición funcional	PCI: Índice numérico que clasifica a superficie según las condiciones del pavimento	¿Cuál es la condición actual de la capa de rodadura?	Inspección visual
		Condición estructural	Deflexión de la vía	¿Cuál es la capacidad de soporte de la vía?	Ensayo Viga Benkelman
		Calidad de los materiales	Especificaciones de los materiales	¿Cuál es la estructura del pavimento actual?	Laboratorio: Granulometría Límite plástico, liquido CBR Densidades Evaluación de carpeta asfáltica
Variable dependiente	**Conceptualización**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Ítems**	**Técnicas e instrumentos**
Estructura del pavimento	Conformada por una capa de rodadura y capas granulares, la subrasante que tiene como función de cimiento es el soporte la vía.	Evaluación de la estructura del pavimento y calidad de los materiales existentes.	Ensayos de laboratorio	¿Cuál es el estado actual del pavimento?	Valoración de resultados obtenidos.

***Fuente**: Elaboración propia*

2.3.1 Plan de Recolección de Información

***Tabla N°** 5: Plan de recolección de información*

PREGUNTAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	Proponer la evaluación funcional y estructural, mediante el estado actual de la estructura vial.
2. ¿Qué evaluar?	Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía.
3. ¿Sobre qué evaluar?	Condiciones de la vía, capacidad de soporte y calidad de los materiales.
4. ¿Quién evalúa?	Edisson Xavier Salinas Villegas
5. ¿A qué se evalúa?	Vía Manuelita Sáenz
6. ¿Dónde se evalúa?	Provincia Tungurahua Cantón Ambato
7. ¿Cómo evaluar?	Normas a emplear: ASTM D6433-07: Standard Practice for Roads and Parking Lost Pavement Condition Index Surveys. AASHTO T256-02: Standard Method of Test for Pavement Deflection Measurements Verificación de los materiales usados en base al MTOP 2003 ASTM- D 2172 Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Asphalt Binder from Asphalt Mixtures NORMA AASHTO T-164 Quantitative Extraction of Asphalt Binder from Hot Mix Asphalt (HMA)
8. ¿Con qué se evalúa?	Con los equipos del laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y equipo de laboratorio del GAD Ambato

***Fuente**: Elaboración propia*

2.3.2 Plan De Procesamiento y Análisis.

Para el plan de procesamiento y análisis se debe seguir el siguiente procedimiento:

a) Investigar sobre los métodos a utilizar para la evaluación superficial de la capa de rodadura y la estructura del pavimento al igual que la metodología para obtener deflexiones en la estructura del Pavimento.
b) Determinar el TPDA mediante el conteo vehicular del tramo correspondiente al proyecto en estudio.
c) Realizar el levantamiento topográfico utilizando equipos de precisión GPS, para obtener un levantamiento planímetro de la vía.
d) Determinar la magnitud máxima de las fallas en el tramo utilizando el método del PCI Índice de Condición del Pavimento.
e) Analizar las deflexiones de la estructura del pavimento mediante ensayos destructivos Calicatas y no destructivos Viga Benkelman.
f) Realización de calicatas para su respectivo estudio de suelos
g) Extracción de núcleos de asfalto para su respectico análisis en los laboratorios

Analizar la información ordenar y tabular en función del TPDA, tipos de fallas, severidad de fallas, resultados de ensayos, deflexiones del Pavimento, densidades y contenido del asfalto

CAPÍTULO III
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Análisis de Resultados

3.1.1 Análisis de tránsito

Para el estudio de tránsito debido a que no existe ningún tipo de información en ninguna institución pública o privada de la av. Manuelita Sáenz se utilizó un método alternativa llamado el método de la trigésima hora. A continuación, se presenta un resumen del conteo vehicular.

En la presente tabla se presenta la hora pico vehicular del día jueves comprendido entre las 07h: 00 a 08h: 00

***Tabla N°6**: Contaje del Tráfico en Hora Pico*

CONTEO VEHICULAR DIA JUEVES										
HORA		***LIVIANOS***	***BUSES***	***PESADOS***						***Subtotal***
				DOS EJES		***C-3***	***C-4***	***C-5***	***C-6***	
				C-2-P	***C-2-G***					
										
7:00	7:15	492	7	4	5	2	0	0	0	510
7:15	7:30	272	11	6	5	0	0	0	0	294
7:30	7:45	305	9	8	3	2	2	1	0	330
7:45	8:00	375	8	10	3	1	1	0	0	398
Sub Total		1445	35	28	16	5	3	1	0	
Total		1445	35	44		9				1533

***Fuente**: Elaboración propia*

3.1.1.2 Cálculo del Factor de hora pico (FHP)

$$FHP_{15} = \frac{Q}{4 * Q_{max}}$$

Dónde:

Q: $Total\ de\ vehiculos\ en\ la\ hora\ pico$

$Q_{15\ max}$: $Flujo\ máximo\ en\ los\ 15\ \text{min}\ de\ la\ hora\ pico$

$$FHP = \frac{1533}{4 * 510} = 0{,}751$$

Nota: $FHP = 1$

3.1.1.3 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

$$TPDA\ actual = \frac{VHP * FHP}{k}$$

Dónde:

VHP: Volumen horario durante la hora pico

FHP: Factor horario de hora pico

k: TPDA proyectado en 1 año en función de la 30va hora de diseño, representado en porcentaje.

- $\boldsymbol{k = 8\% - 12\%\ (10\%)}$ ***Para zona urbana***
- $k = 12\% - 18\%\ (15\%)$ *Para zona rural*

TPDA actual para vehículos livianos:

$$TPDA\ actual\ = \frac{1445 * 1}{0.10} = \quad \mathbf{14450\ veh\acute{\imath}culos/d\acute{\imath}a}$$

***Tabla N°7**: Cálculo TPDA actual para la vía Manuelita Sáenz*

Tipo de vehículo	VHP Vehículos/día	TPDA actual vehículos/día
Livianos	1445	14450
Buses	35	350
Camiones Pesados 2ejes	44	440
Camiones Pesados >2ejes	9	90
Total	1533	**15330**

***Fuente:** Elaboración Propia*

Cálculo del Tráfico atraído (T at)

T at para vehículos livianos fuente

$$T\ at\ = 10\% * TPDA\ Actual$$

$$Tat\ = 0{,}1 * 14450\ vehiculos/día$$

$$T\ at = 1445\ vehículos/día$$

***Tabla N°8:** Cálculo Tráfico atraído*

Tipo de vehículo	TPDA actual Vehículos/día	Tráfico Atraído (T at) Vehículos/día
Livianos	14450	1445
Buses	350	35
Camiones Pesados 2ejes	440	44
Camiones Pesados >2ejes	90	9
TOTAL	**15330**	1533

***Fuente:** Elaboración propia*

Cálculo de TPDA total (Tt)

Tt para vehículos livianos

$$Tt = TPDA\ actual + Tráfico\ atraído$$

$$Tt = (14450 + 1445)\ vehículos/día$$

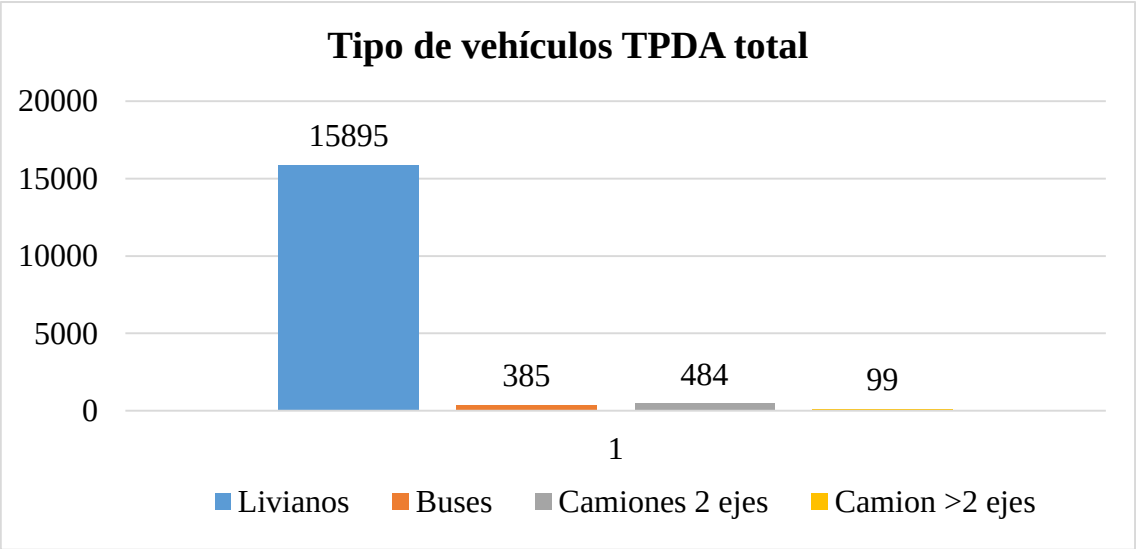
$$Tt = 15895\ vehículos/día$$

***Tabla N°9**: Cálculo del tráfico total*

Tipo de vehículo	TPDA actual Vehículos/día	TPDA atraído Vehículos/día	TPDA Total Vehículos/día
Livianos	14450	1445	15895
Buses	350	35	385
Camiones Pesados 2ejes	440	44	484
Camiones Pesados >2ejes	90	9	99
TOTAL	15330	1533	**16863**

***Fuente:** Elaboración propia*

Gráfico N°28*: Tipo de vehículos TPDA total*



***Fuente:** Elaboración propia*

Nota: El Tráfico generado y desarrollado no se toma en cuenta, por la razón que es una vía existente.

Tráfico futuro o proyectado

El tráfico futuro que transitará por la vía en estudio, es calculado para un período de diseño de 20 años aplicado la siguiente fórmula.

$$Tf = Tt * (1 + i)^n$$

Dónde:

Tf= Tráfico futuro

Tt= TPDA total

i= Tasa de crecimiento (Según MTOP 2011)

n= Número de años de proyección

Tf para vehículos livianos:

$$Tf = Tt * (1 + i)^n$$

$$Tf = 15895 * (1 + 3{,}97)^n$$

Tabla N°10: *TPDA Total*

n	Año	%Crecimiento			Tipo de vehículos				Tráfico Futuro
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camión Liviano 2 ejes	Camión 3 ejes	
0	2019	3,97	1,97	1,94	15895	385	484	99	16863
1	2020	3,97	1,97	1,94	16526	393	493	101	17513
2	2021	3,97	1,97	1,94	17182	400	503	103	18188
3	2022	3,57	1,78	1,74	17659	406	510	104	18679
4	2023	3,57	1,78	1,74	18289	413	519	106	19327
5	2024	3,57	1,78	1,74	18942	421	528	108	19998
6	2025	3,57	1,78	1,74	19618	428	537	110	20693
7	2026	3,57	1,78	1,74	20319	436	546	112	21412
8	2027	3,25	1,62	1,58	20530	438	549	112	21628
9	2028	3,25	1,62	1,58	21197	445	557	114	22313
10	2029	3,25	1,62	1,58	21886	452	566	116	23020
11	2030	3,25	1,62	1,58	22597	459	575	118	23749
12	2031	3,25	1,62	1,58	23331	467	584	119	24502
13	2032	3,25	1,62	1,58	24090	474	593	121	25279
14	2033	3,25	1,62	1,58	24873	482	603	123	26081
15	2034	3,25	1,62	1,58	25681	490	612	125	26908
16	2035	3,25	1,62	1,58	26516	498	622	127	27763
17	2036	3,25	1,62	1,58	27377	506	632	129	28644
18	2037	3,25	1,62	1,58	28267	514	642	131	29554
19	2038	3,25	1,62	1,58	29186	522	652	133	30494
20	2039	3,25	1,62	1,58	30134	531	662	135	31463

Fuente: *Elaboración propia*

3.1.1.4 Clasificación vial en función del TPDA

El TPDA actual es de 16863 vehículos /día. Este tráfico proyectado a 20 años, se obtuvo un valor de 31463 vehículos/día, la cual indica que la vía debería ser diseñada con las características geométricas de un corredor arterial clase RI o RII, la cual va a satisfacer las necesidades del tráfico señalado.

***Tabla N°11**: Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado*

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de carretera	**Tráfico proyectado TPDA (*)**
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De100 a 300
V	Menos de 100
*El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse el tráfico en vehículos equivalentes.	

***Fuente:** Norma de diseño geométrico de carreteras 2003,*

***Tabla N°12:** Relación función, clase MOP y tráfico*

Relación función, clase MOP y tráfico		
Función	**Clase de carretera (según MOP)**	**TPDA(1) (año final de diseño)**
Corredor arterial	RI –RII (2)	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
Colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100
Notas: (1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil (2) RI – RII son autopistas		

***Fuente:** Norma de diseño geométrico de carreteras 2003*

3.1.1.5 Cálculo de ejes equivalentes

Para determinar la deflexión admisible y crítica, es necesario cuantificar el número de ejes simples equivalentes de 8.2 Ton que circulará por el carril.

Se utilizará el criterio simplificado de la metodología AASHTO a continuación, se presenta el tipo de vehículos y los factores de daño.

***Tabla N°13**: Factores de daño según el tipo de vehículo*

FACTORES DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO										
Tipo	**Descripción**	**Simple**		**Simple Doble**		**Tándem**		**Trídem**		**Factor de Daño**
		Tons	**$(P/6.6)^4$**	**Tons**	**$(P/8.2)^4$**	**Tons**	**$(P/15)^4$**	**Tons**	**$(P/23)^4$**	
Bus		4	0,13	8	0,91					1,04
2D	Camión Liviano 2ejes	2,5	0,02							1,29
		7	1,27							
2DB	Camión Pesado 2 ejes	6	0,68	11	3,24					3,9
3-A=V2DB	Camión >2 ejes	6	0,68			18	2,07			2,75

Fuente: Norma *AASHTO 93 Diseño de estructuras de Pavimentos*

La vía en estudio presenta 4 carriles dos en cada dirección, por tal razón se considera el 45% del tránsito para un carril. (Fd)

***Tabla N°14**: Factores de distribución direccional*

Número de carriles en ambas direcciones	**Porcentaje de vehículos en el carril.**
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: *Norma* AASHTO 93 *Diseño de estructuras de Pavimentos*

***Tabla N°15**: Porcentaje de W18 en el carril Dl*

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de W18 en el carril. Dl
1	100
2	80-100
3	60-80

Norma AASHTO 93 *Diseño de estructuras de Pavimentos*

El número de ejes simples equivalentes se calcula mediante la siguiente expresión:

$$W18 = ((\sum_{i=1}^{i=m} FD * TPDA) * 365) * Fd * Dl$$

Dónde:

$TPDA = Tráfico\ promedio\ diario\ anual\ de\ la\ via\ en\ estudio$

$FD = Factor\ de\ Daño$

Fd=Factor direccional

Dl=Porcentaje de W18 en el carril Dl

***Tabla N°16**: TPDA para los Ejes Equivalentes*

	BUS	Camión liviano 2 ejes	Camión pesado >2 ejes
TPDA Total	385	484	99

***Fuente:** Elaboración propia*

$$W18 = \big((385 * 1.04 + 484 * 1.29 + 99 * 2.75) * 365 * 20\big) * 0{,}45 * 0{,}9$$

$$\boldsymbol{W18 = 3834620\ \ ejes\ equivalentes}$$

3.1.2 Análisis de la evaluación del Índice de Condición del Pavimento PCI.

El trabajo de campo consiste en identificar los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos, registrando la información en los formatos elaborados para tal fin. A continuación, en la tabla se muestra el formato empleado para pavimentos de concreto asfáltico.

***Tabla N°17**: Formato de registro para evaluación superficial.*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI														
NOMBRE LA VÍA:										**ESQUEMA**				
TRAMO:														
SECCIÓN TRAMO:														
UNIDAD DE MUESTRA:														
ÁREA DE MUESTRA m2:														
ABSCISA INICIAL														
ABSCISA FINAL														
TIPOS DE DAÑOS														
1. Piel de cocodrilo (m2)		11. Parcheo (m2)												
2. Exudación (m2)		12. Pulimento de agregados (m2)												
3. Fisuras en bloque (m2)		13. Huecos (cantidad)												
4. Abultamientos y hundimientos (m)		14. Cruce de vía férrea (m2)												
5. Corrugaciones (m2)		15. Ahuellamiento m2)												
6. Depresión (m2)		16. Desplazamiento (m2)												
7. Fisura de borde (m)		17. Grieta parabólica (m2)												
8. Fisura de reflexión de junta (m)		18. Hinchamiento (m2)												
9. Desnivel/carril/berma (m)		19. Desprendimiento de agregados (m2)												
10. Fisuras longitudinales y transversal (m)														
DAÑO	**SEVERIDAD**	**CANTIDAD**								**TOTAL**	**DENSIDAD**	**VALOR DEDUCIDO**		
										Valor Total de Deducción (VTD)				
										Número de Deducidos > 2(q):				
										Mayor Valor Deducido (HDVi):				
										Número Admisible de Deducidos (mi):				
CÁLCULO DEL PCI														
No.	**Valores Deducidos**									**Total**	**mi**	**VDC**		
										Max (VDC)				
PCI=100-Máx (VDC) **PCI=**														

***Fuente:** ASTMD6433-07 "Práctica estándar para el estudio del PCI"*

3.1.2.1 Cálculo del Número de Unidades de Muestreo

La vía en estudio se divide en secciones, cuyas dimensiones varían de acuerdo con el tipo de capa de rodadura, geometría y estructura del pavimento.

Para vías con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m. El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 230.0 ± 93.0 m². En la siguiente tabla se presentan algunas relaciones longitud – ancho de la calzada pavimentada.

Tabla N°18: *Longitudes de unidades de muestreo asfálticas*

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: *ASTMD6433-07 "Práctica estándar para el estudio del PCI"*

El ancho de la calzada del tramo correspondiente al proyecto es de 7,30 m aproximadamente presentado en el **Anexo 7 (Planos)**, de acuerdo a la tabla la longitud de la unidad de muestreo debe ser de:

$$L=31{,}5m.\approx 32m$$

Con estos valores obtenemos el área de la unidad de muestras igual a:

$$A = a * L$$

Dónde:

A: $Área\ de\ la\ unidad\ de\ muestra$

a: $Ancho\ de\ la\ calzada$

L: $Longitud\ de\ la\ unidad\ de\ muestra$

$$A = a * L$$

$$A = 7.30\ m * 32.0\ m$$

$$\boldsymbol{A = 234\ m^2}$$

Calculamos el número total de muestras para la calzada en ambos sentidos.

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

Dónde:

N: $Número\ de\ muestras$

LT: $Longitud\ total\ de\ la\ vía$

L: $Longitud\ de\ la\ unidad\ de\ muestra$

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

$$N = \frac{3000\ m}{32.00\ m} = 94\ UM$$

3.1.2.2 Determinación de las Unidades de Muestreo para la Evaluación.

En la Evaluación de una red vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la evaluación de un Proyecto se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

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

Dónde:

n: $Número\ mínimo\ de\ unidades\ de\ muestreo\ a\ evaluar$

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

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

σ: $Desviación\ estándar\ del\ PCI\ entre\ las\ unidades = 10$

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco (n < 5), todas las unidades deberán evaluarse.

Debido a que el proyecto tiene una longitud mayor a 3 Km y es muy extensa según el manual PCI debemos calcular el valor "n" que como se menciona anteriormente es un número aleatorio.

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

$$n = \frac{94 * (10)^2}{\frac{5^2}{4} * (94-1) + 10^2} = \frac{9400}{681{,}25} = \mathbf{14}$$

3.1.2.3 Selección de las unidades de muestreo.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante.

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

Dónde

N: *Número total de unidades de muestreo disponible*

n: *Número mínimo de unidades para evaluar*

i: *Intervalo de muestreo*

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

$$i = \frac{94}{14} = \mathbf{7}$$

El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo 7.

El número de muestras totales calculadas es de 14, en la siguiente Tabla se muestra las unidades de PCI a evaluar.

***Tabla N°19**: Unidades de Muestreo en el tramo de vía*

	Unidad de Muestreo	Abscisa Inicio Km	Abscisa Final Km
1	1	0+000	0+032
2	8	0+256	0+288
3	15	0+512	0+544
4	22	0+768	0+800
5	29	1+024	1+056
6	36	1+280	1+312
7	43	1+536	1+568
8	50	1+792	1+824
9	57	2+048	2+080
10	64	2+304	2+336
11	71	2+560	2+592
12	78	2+816	2+848
13	85	2+880	2+912
14	94	2+968	3+000

***Fuente**: Elaboración propia*

3.1.2.4 Cálculo del PCI

Al concluir con la inspección de campo, la información obtenida se utiliza para calcular el PCI. Para el cálculo se deberá emplear de forma manual o computarizada, basándose en los Valores Deducidos de cada daño de acuerdo a la cantidad y severidad.

3.1.2.5 Cálculo para carreteras con capa de rodadura asfáltica

Calculo de los valores deducidos (VD)

Se totaliza la cantidad de severidad de daño, registrándole en la columna total del formato. el daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.

Se divide la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el área total de la unidad de muestreo y se expresa el resultado como porcentaje. Esta es la densidad del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

El valor deducido (vd) para cada tipo de daño y su nivel de severidad se determina mediante las curvas denominadas “valor deducido del daño”.

Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

Determine el "Número Máximo Admisible de Valores Deducidos" (m), utilizando la siguiente formula:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Dónde:

m_i: Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i

HDV_i: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i

El número de valores individuales deducidos se reduce a *m*, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que *m* se utilizan todos los que se tengan.

Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV.

Tenemos el siguiente ejemplo en el que calculamos el valor de PCI de la unidad de muestra 1 (U1)

***Tabla N°20**: Determinación del valor PCI para la unidad de muestra 1*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI		
NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz	**ESQUEMA**
TRAMO:	1	
SECCIÓN TRAMO:	1	
UNIDAD DE MUESTRA:	1	
ÁREA DE MUESTRA m2:	234	
ABSCISA INICIAL	Km 0+000	
ABSCISA FINAL	Km 0+032	

TIPOS DE DAÑOS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexción de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía ferrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
1	M	24,9							24,9	10,641	49,00
10	M	1,8	3	2,3	3,6				10,7	4,573	10,00
13	B	1							1	0,427	11,00
3	M	31,5	42						73,5	31,410	29,00
17	M	0,305							0,305	0,130	0,10
									Valor Total de Deducción (VTD)		99,1

Número de Deducidos > 2(q):	5
Mayor Valor Deducido (HDVi):	49,00
Número Admisuble de Deducidos (mi):	5,68

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	49	29	11	10	0,1				99,1	5	52
2	49	29	11	2	0,1				91,1	4	51
3	49	29	2	2	0,1				82,1	3	51
4	49	2	2	2	0,1				55,1	2	41
5	2	2	2	2	0,1				8,1	1	8
									Max (VDC)		**52**

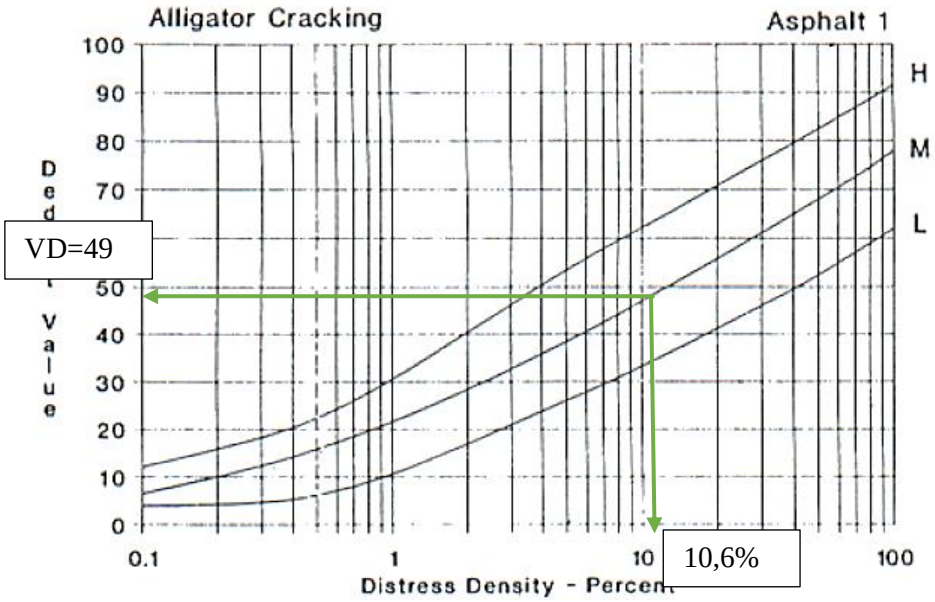
PCI=100-Máx (VDC)

PCI= =48 REGULAR

***Fuente**: Elaboración Propia*

Los datos registrados en el campo resaltan la falla piel de cocodrilo como uno de los principales, tenemos un total de 24,9m2 de severidad media con una densidad de 10,64%, con estos datos nos dirigimos al monograma número 1 indicado en el Gráfico N°29. El eje de las "X" nos muestra los valores de las densidades, trazamos una línea recta hasta intersectar con el tipo de severidad, para este caso es media dando un valor deducido de 49.

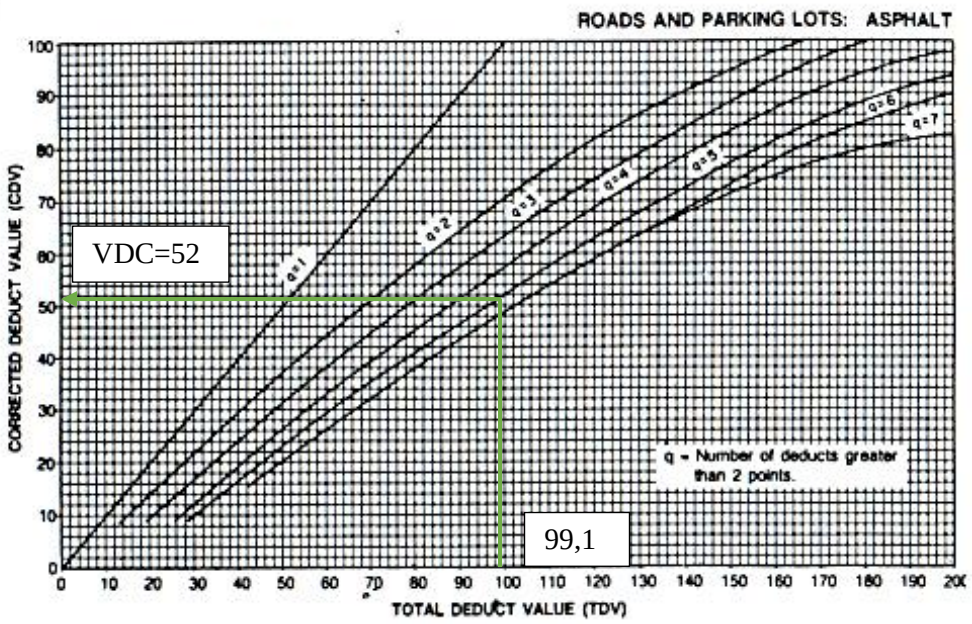
Gráfico N°29: *Curva de corrección de los valores deducidos para la falla piel de cocodrilo*



Fuente: *Manual of Roads And Parking Lots de Shahin*

Hallados los valores deducidos procedemos a encontrar el valor deducido corregido, usando el monograma del manual PCI indicado en el Gráfico N° 30. Teniendo un valor deducido de 99,1 con un valor de mi=q=5 y un valor deducido corregido de 52.

Gráfico N°30: *Curvas de correcciones para valores deducidos finales*



Fuente: *Manual of Roads And Parking Lots de Shahin.*

Hallamos el valor del PCI de la unidad de muestra, restando 100 del máximo valor de todos los valores deducidos corregidos en este caso 52 para el ejemplo tenemos un valor de 48 en una clasificación de regular.

3.1.2.6 Valores promedios del PCI por secciones

A continuación, se presenta un resumen de las unidades de muestreo calculadas con su valor de PCI y el promedio por secciones, se determinó que las secciones 1,2, poseen una clasificación de regular.

***Tabla N°21**: Resumen de la Evaluación Superficial de la vía Manuelita Sáenz.*

Nombre de la vía:		Vía Manuelita Sáenz					
Tramo:		1					
Resumen de los Índice de Condición del Pavimento (PCI)							
N	**UM**	**ABSCISA**		**ÁREA (m2)**	**PCI**	**CLASIFICACIÓN**	**SECCIONES**
		INICIAL km	FINAL km				
1	1	0+000	0+032	234	48	REGULAR	1
2	8	0+256	0+288	234	48	REGULAR	
3	15	0+512	0+544	234	49	REGULAR	
4	22	0+768	0+800	234	46	REGULAR	
5	29	1+024	1+056	234	49	REGULAR	
6	36	1+280	1+312	234	47	REGULAR	
PCI de la sección 1					**47,83**	**REGULAR**	
7	43	1+536	1+568	234	57	BUENO	2
8	50	1+792	1+824	234	56	BUENO	
9	57	2+048	2+080	234	55	BUENO	
10	64	2+304	2+336	234	54	BUENO	
11	71	2+560	2+592	234	74	BUENO	
12	78	2+816	2+848	234	67	BUENO	
13	85	2+880	2+912	234	61	BUENO	
14	94	2+968	3+000	234	68	BUENO	
PCI de la sección 2					**61,5**	**BUENO**	

***Fuente:** Elaboración Propia*

Resumen de la evaluación superficial

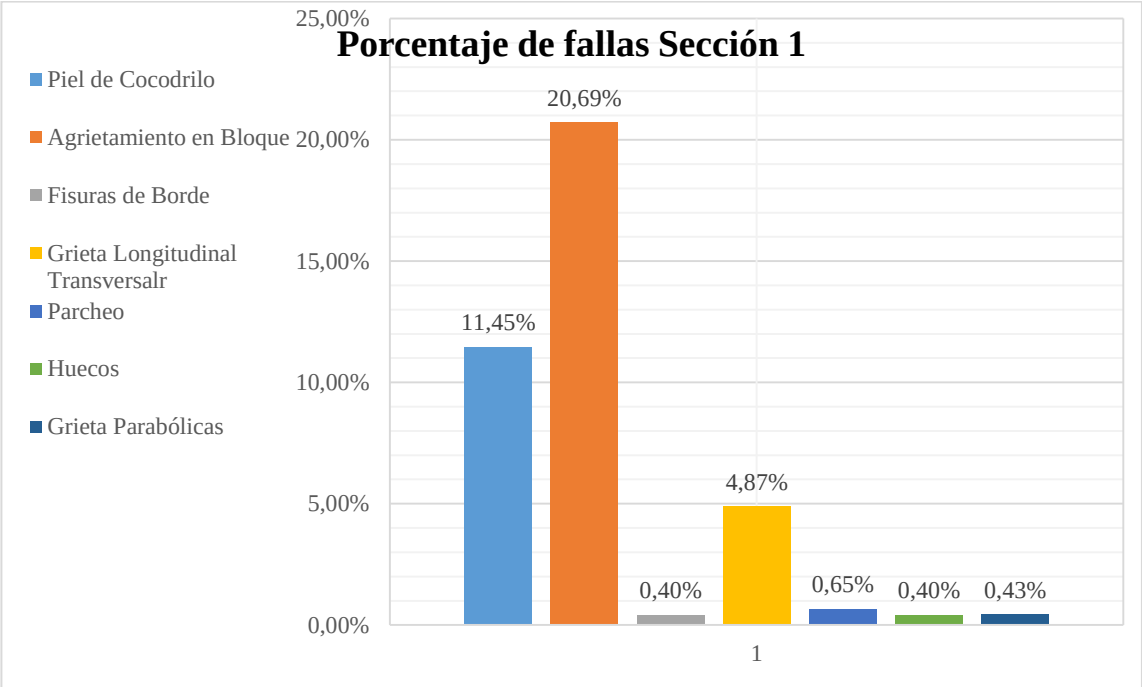
En la siguiente tabla se detalla cada una de las fallas presentes en el tramo de estudio, y la de mayor porcentaje de densidad en cada sección.

***Tabla N° 22**: Resumen de la Evaluación Superficial de la sección 1*

Nombre de la vía:	Vía Manuelita Sáenz							
Tramo:	1							
FALLAS SECCIÓN 1								
Tipo de falla	**Severidad**	**U1**	**U2**	**U3**	**U4**	**U5**	**U6**	**Total**	**Promedio**
1. Piel de cocodrilo	A								
	M	24,90	16,36	1,26		3,26		45,78	**11,45%**
	B								
3. Agrietamiento en bloque	A								
	M	31,41	10,89		19,78		14,09	76,17	**20,69%**
	B								
7.Fisuras de Borde	A								
	M								
	B			0,40				0,40	**0,40%**
10. Grieta longitudinal y transversal	A								
	M	4,57	0,94	2,22	15,86	0,77			**4,87%**
	B								
11. Parcheo	A								
	M			0,40	0,90			1,30	**0,65%**
	B								
13.Huecos	A								
	M			0,4	0,4		0,4		**0,40%**
	B	0,4							
17. Grietas parabólicas	A								
	M	0,13						0,13	**0,13%**
	B			0,43				0,43	**0,43%**

***Fuente:** Elaboración Propia*

Gráfico N°31: *Tipos de fallas en la sección 1*



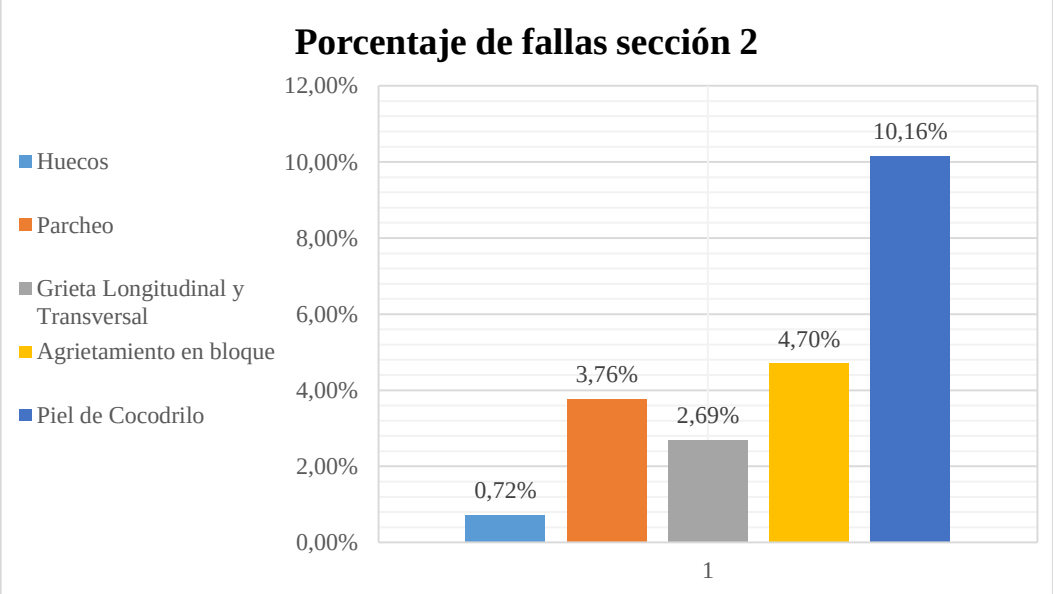
Fuente: *Elaboración Propia*

***Tabla N°23**: Resumen de la Evaluación Superficial de la sección 2*

Nombre de la vía:	Vía Manuelita Sáenz									
Tramo:	1									
FALLAS SECCIÓN 2										
Tipo de falla	**Severidad**	**U7**	**U8**	**U9**	**U10**	**U11**	**U12**	**U13**	**U14**	**Total**	**Promedio**
1. Piel de cocodrilo	A										
	M	16,45	10,77	13,25	7,50		2,82	2,39	4,92	34,34	**10,16%**
	B										
3. Agrietamiento en bloque	A										
	M				4,70						**4,70%**
	B										
10. Grieta longitudinal y transversal	A										
	M	3,72				3,03	1,32	0,70		4,35	**2,69%**
	B										
11. Parcheo	A										
	M			2,05	1,41	7,82			0,09	11,28	**3,76%**
	B										
13.Huecos	A										
	M		0,86	0,86	0,43						**0,72%**
	B										

***Fuente:** Elaboración Propia*

***Gráfico N°32:** Tipos de fallas en la sección 2*



***Fuente:** Elaboración Propia*

3.1.3. Cálculo De Deflexiones Viga Benkelman

Dentro del cálculo de las deflexiones, se determina la diferencia entre la lectura inicial y la lectura final, en el caso de la deflexión a 25 cm, al igual que para las deflexiones tomadas a ciertas distancias. Se realiza las respectivas correcciones por la relación de brazos, por temperatura y por la estacionalidad.

3.1.3.1 Corrección por relación de brazos.

Es la corrección debida a la aplicación del factor de relación de brazos que tiene la Viga, este factor se mide directamente del instrumento y dicho se multiplica a la deflexión recuperable para corregirla, se le denotará por RB.

$$D = (LF - LR) * RB$$

Dónde:

$D: Deflexión\ a\ la\ distancia\ R, expersada\ en\ \ 0.01\ mm$

$LR: Lectura\ a\ la\ distancia\ R$

$LF: Lectura\ máxima$

$RB: Relación\ de\ brazos\ de\ la\ viga\ Benkelman\ 1:2$

Ejemplo de la Tabla N° 26 con los datos de la sección 1 punto 1 en la abscisa 15+320

Tabla N°24: *Lecturas realizadas en el punto 1*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LECTURAS DE CAMPO VIGA BENKELMAN

Sección	No	Abscisa	Carril		Lecturas 10 ^-2mm					
					Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
			Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	1	Km 0+200	x		0	13	14	16	17	17

Fuente: *Elaboración propia*

$$D0 = (17 - 0) * 2$$

$$D0 = 34\ x10^{-2} mm$$

Tabla N°25: *Deflexiones Corregidas por Relación de Brazos*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LECTURAS DE CAMPO VIGA BENKELMAN

Sección	No	Abscisa	Carril		Deflexiones 10 ^-2mm					
					Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
			Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	1	Km 0+200	x		34	8	6	2	0	0
	2	Km 0+400		x	38	8	4	2	0	0
	3	Km 0+600	x		42	14	8	4	0	0
	4	Km 0+800		x	42	10	6	2	0	0
	5	Km 1+000	x		38	12	6	4	0	0
	6	Km 1+200		x	44	12	10	4	0	0
	7	Km 1+400	x		28	10	8	2	0	0
2	8	Km 1+600		x	24	8	4	2	0	0
	9	Km 1+800	x		26	12	8	4	0	0
	10	Km 2+000		x	26	8	6	4	0	0
	11	Km 2+200	x		28	10	6	2	0	0
	12	Km 2+400		x	30	10	6	2	0	0
	13	Km 2+600	x		24	8	6	2	0	0
	14	Km 2+800		x	22	8	4	2	0	0
	15	Km 3+000	x		28	10	8	2	0	0

Fuente: *Elaboración propia*

3.1.3.2 Corrección por temperatura.

La temperatura del pavimento afecta las deflexiones recuperables, de tal forma que los datos tomados en un mismo punto a diferentes temperaturas indicarán resultados diferentes, la magnitud de la deflexión aumenta con el incremento de la temperatura de las capas asfálticas, debido a la disminución de la rigidez de las mezclas bituminosas, por lo que el efecto dependerá del espesor de dichas capas y de la rigidez de las capas subyacentes.

De esta manera, para poder comparar entre deflexiones de un mismo tramo obtenidas a diferentes temperaturas, las deflexiones son corregidas y llevadas a una temperatura

estándar o de referencia de 20°C, para lo cual se utilizará la metodología de la División Nacional vial de Argentina, cuya fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D_{(20℃)} = \frac{D_t}{K * (t - 20℃) * e + 1}$$

Dónde:

$D_{(20℃)}$: $Deflexión\ recuperable\ estándar\ 20℃\ (0.01mm)$

D_t: $Deflexión\ recuperable\ a\ la\ temperatura\ t\ (0.01mm)$

K: $1x10^{-3}$; $constante\ para\ capas\ granulares\ (\frac{1}{cm*℃})$

t: $Temperatura\ de\ la\ carpeta\ asfáltica\ del\ pavimento\ (℃)$

e: $Espesor\ de\ la\ carpeta\ asfáltica\ (cm)$

$$D_{(20℃)} = \frac{34}{0{,}001 * (33 - 20℃) * 5 + 1}$$

$$D_{(20℃)} = 31{,}925\ X\ 10^{-2} mm$$

Realizamos el mismo procedimiento para las demás deflexiones

Tabla N°26: *Deflexiones Corregidas por Temperatura*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CORRECCIÓN TEMPERATURA VIGA BENKELMAN

Sección	No	Abscisa	Carril	ESPESOR CARPETA	TEMPERATURA	Deflexiones 10 ^-2mm					
						Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
						D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	1	Km 0+200	I	5	33	31,925	7,512	5,634	1,878	0,000	0,000
	2	Km 0+400	D	5	33	35,681	7,512	3,756	1,878	0,000	0,000
	3	Km 0+600	I	5	33	39,437	13,146	7,512	3,756	0,000	0,000
	4	Km 0+800	D	5	33	39,437	9,390	5,634	1,878	0,000	0,000
	5	Km 1+000	I	5	33	35,681	11,268	5,634	3,756	0,000	0,000
	6	Km 1+200	D	5	33	41,315	11,268	9,390	3,756	0,000	0,000
	7	Km 1+400	I	10	33	24,779	8,850	7,080	1,770	0,000	0,000
2	8	Km 1+600	D	10	35	20,870	6,957	3,478	1,739	0,000	0,000
	9	Km 1+800	I	10	35	22,609	10,435	6,957	3,478	0,000	0,000
	10	Km 2+000	D	10	35	22,609	6,957	5,217	3,478	0,000	0,000
	11	Km 2+200	I	10	35	24,348	8,696	5,217	1,739	0,000	0,000
	12	Km 2+400	D	10	35	26,087	8,696	5,217	1,739	0,000	0,000
	13	Km 2+600	I	10	35	20,870	6,957	5,217	1,739	0,000	0,000
	14	Km 2+800	D	10	35	19,130	6,957	3,478	1,739	0,000	0,000
	15	Km 3+000	I	10	35	24,348	8,696	6,957	1,739	0,000	0,000

Fuente: *Elaboración propia*

3.1.3.4 Corrección por estacionalidad.

Para una apropiada evaluación de las deflexiones se considera evaluar las deflexiones en el período más desfavorable del año, para tener en cuenta esta circunstancia existe la alternativa de establecer el factor de corrección en forma subjetiva con conocimiento del clima de la región y del comportamiento de pavimentos flexibles en ella.

El estudio asume el criterio de que las condiciones más críticas deben limitarse al régimen de lluvias, distinguiendo básicamente entre estación seca y lluviosa y toma de referencia las experiencias de Brasil que recomiendan los siguientes coeficientes de corrección, según el período en el que se lleven a cabo las mediciones:

Tabla N°27: *Factores de corrección por estacionalidad*

Tipo de suelo subrasante	**Estación lluviosa**	**Estación seca**
Arenosa-permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa-sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: *Tesis "Control de la deflexión vertical con viga Benkelman, monitoreo de conservación carretera Cañete-Huancayo Km 110+000 al Km 112+000"*

El ensayo de campo se realizó en estación seca en un tipo de suelo arenoso permeable, teniendo un factor de corrección de 1,2 establecidos en la Tabla No 30.

Tabla N°28: *Deflexiones Corregidas por Estacionalidad*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD VIGA BENKELMAN

Sección	No	Abscisa	Carril		Deflexiones 10 ^-2mm					
					Inicial	A 25 cm	A 50 cm	A 100 cm	A 500	Final
			Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50	D100	D500	D800
1	1	Km 0+200	x		38,310	9,014	6,761	2,254	0,000	0,000
	2	Km 0+400		x	42,817	9,014	4,507	2,254	0,000	0,000
	3	Km 0+600	x		47,324	15,775	9,014	4,507	0,000	0,000
	4	Km 0+800		x	47,324	11,268	6,761	2,254	0,000	0,000
	5	Km 1+000	x		42,817	13,521	6,761	4,507	0,000	0,000
	6	Km 1+200		x	49,577	13,521	11,268	4,507	0,000	0,000
	7	Km 1+400	x		29,735	10,619	8,496	2,124	0,000	0,000
2	8	Km 1+600		x	25,043	8,348	4,174	2,087	0,000	0,000
	9	Km 1+800	x		27,130	12,522	8,348	4,174	0,000	0,000
	10	Km 2+000		x	27,130	8,348	6,261	4,174	0,000	0,000
	11	Km 2+200	x		29,217	10,435	6,261	2,087	0,000	0,000
	12	Km 2+400		x	31,304	10,435	6,261	2,087	0,000	0,000
	13	Km 2+600	x		25,043	8,348	6,261	2,087	0,000	0,000
	14	Km 2+800		x	22,957	8,348	4,174	2,087	0,000	0,000
	15	Km 3+000	x		29,217	10,435	8,348	2,087	0,000	0,000

Fuente: *Elaboración propia*

3.1.3.5 Determinación del radio de curvatura.

El radio de curvatura de la línea elástica de Deflexión es una característica de fundamental importancia, que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas y, en consecuencia, en el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo.

El radio de curvatura en el punto de ensayo se calcula con la expresión independientemente de la viga utilizada.

$$RC = \frac{10 * (25)^2}{2 * (Do - D25)}$$

Dónde:

$RC: Radio\ de\ curvatura$

$Do: Deflexión\ recuperable\ en\ el\ eje\ vertical\ de\ la\ carga, en\ centesimas\ de\ mm$

$D25: Deflexión\ recuperable\ enel\ eje\ vertical\ de\ la\ carga, en\ centésimas\ de\ mm$

$$RC = \frac{10 * (25)^2}{2 * (38{,}31 - 9{,}014)}$$

$$RC = \frac{6250}{2 * (38{,}31 - 9{,}014)} \quad \boldsymbol{RC = 106{,}671}$$

Tabla N°29: *Radios de curvatura*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

RADIO DE CURVATURA VIGA BENKELMAN

Sección	No	Abscisa	Carril		Deflexiones 10^{-2} mm		RADIO CURVATURA
					Inicial	A 25 cm	
			Izquierdo	Derecho	D0	D25	D50
1	1	Km 0+200	x		38,310	9,014	106,671
	2	Km 0+400		x	42,817	9,014	92,448
	3	Km 0+600	x		47,324	15,775	99,051
	4	Km 0+800		x	47,324	11,268	86,670
	5	Km 1+000	x		42,817	13,521	106,671
	6	Km 1+200		x	49,577	13,521	86,670
	7	Km 1+400	x		29,735	10,619	163,484
2						PROMEDIO	105,952
	8	Km 1+600		x	25,043	8,348	187,174
	9	Km 1+800	x		27,130	12,522	213,914
	10	Km 2+000		x	27,130	8,348	166,377
	11	Km 2+200	x		29,217	10,435	166,377
	12	Km 2+400		x	31,304	10,435	149,740
	13	Km 2+600	x		25,043	8,348	187,174
	14	Km 2+800		x	22,957	8,348	213,914
	15	Km 3+000	x		29,217	10,435	166,377
						PROMEDIO	181,381

Fuente: *Elaboración propia*

3.1.3.6 Deflexión característica.

La Deflexión Característica es un parámetro estadístico empleado para la caracterización representativa de la magnitud de deformación de los pavimentos. Para su determinación es necesario contar con una base de datos de deflexiones máximas, del tramo que se requiere evaluar, y establecer los parámetros estadísticos de dichos datos. [16]

Para realizar el diseño del refuerzo, la deflexión característica representa mejor a una determinada sección, mediante la expresión:

$$Dc = \overline{D} + t * \delta$$

Dónde:

El valor de "t" corresponde a un porcentaje del área total con probabilidades de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica.

D =deflexión promedio D0 corregidos por temperatura y estacionalidad

δ =desviación estándar

Tabla N°30: *Valores de la variable t*

Valor de diseño	Dc	Área D>Dc%
50	D	50
75	D+0,674δ	25
85	D + δ	15
90	D+ 1.3δ	10
95	D+ 1.645δ	5
98	D+ 2δ	2
99	D+ 2.33δ	1

Fuente: *Tesis "Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera Sam Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante el análisis deflectométrico. ''*

El método CONREVIAL adopta un valor De igual a (D+ 1.645) que corresponde al 95% de probabilidad de diseño, superada sólo por el 5% de las determinaciones efectuadas.

3.1.3.7 Deflexión Admisible

La deflexión admisible es un parámetro definido en función al tráfico de diseño, que establece un límite para la deflexión característica por encima del cual no se garantiza un comportamiento satisfactorio de la estructura durante el periodo considerado [16]. La expresión analítica que define este parámetro es:

$$\text{Da} = (\frac{1.15}{\text{W18}})^{1/4}$$

Dónde

Da: Deflexion admisible inicial (mm)

W18: Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton. Expresado en millones

3.2.3.8 Deflexión Crítica

Se define como aquella que alcanza el pavimento al término del periodo de servicio, luego de soportar el tránsito proyectado, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Dcr} = (\frac{1.90}{\text{W18}})^{1/5.3}$$

Dónde:

Dcr: Deflexión crítica (mm)

W18: Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton. Expresado en millones

Dentro del tráfico vehicular se contempla el cálculo de ejes equivalentes para un periodo de 20 años:

$$\mathbf{W18 = 191731 \ \ ejes\ equivalentes}$$

$\text{Da} = (\frac{1.15}{\text{W18}})^{\frac{1}{4}} = (\frac{1.15}{0,191731})^{\frac{1}{4}} * 100 = 156,495 \ * 10^{-2}\text{mm}$ Deflexión admisible

$\text{Dcr} = (\frac{1.90}{\text{W18}})^{1/5.3} = (\frac{1.90}{0,191731})^{\frac{1}{5.3}} * 100 = 154,147 * 10^{-2}$ mm Deflexión crítica

3.1.3.9 Análisis de deflexiones por Secciones Viga Benkelman

Tabla N°31: *Resultados deflectométricos de la sección 1*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

RESULTADOS DEFLECTÓMETROS SECCIÓN 1

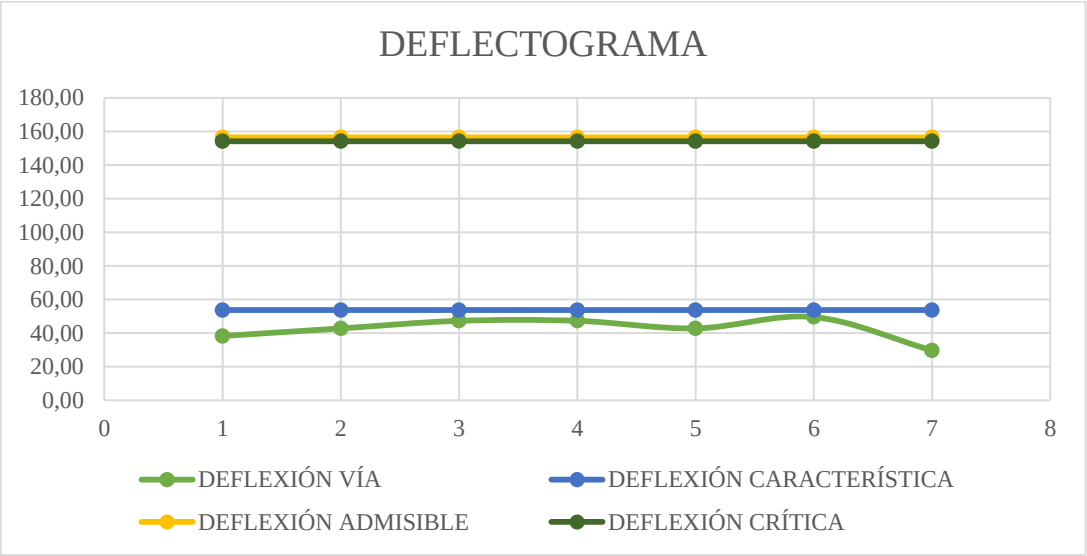
N°	ABSCISA	Do (mm)	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA 10 ^-2mm	DEFLEXIÓN ADMISIBLE 10 ^-2mm	DEFLEXIÓN CRÍTICA 10 ^-2mm
1	Km 0+200	38,310	53,741	156,495	154,147
2	Km 0+400	42,817	53,741	156,495	154,147
3	Km 0+600	47,324	53,741	156,495	154,147
4	Km 0+800	47,324	53,741	156,495	154,147
5	Km 1+000	42,817	53,741	156,495	154,147
6	Km 1+200	49,577	53,741	156,495	154,147
7	Km 1+400	29,735	53,741	156,495	154,147
PROMEDIO		42,558			

RESULTADOS	
DEFLEXIÓN PROMEDIO	42,55 mm
DESVIACIÓN ESTANDAR	6,7
DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA	53,74mm
DEFLEXIÓN ADMISIBLE	173,27mm
DEFLEXIÓN CRÍTICA	166,50mm

CRITERO EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	
COMPORTAMIENTO SUBRASANTE	TIPO DE DEFLEXIÓN
D<Da 42,55mm < 173,27mm	TIPO I
COMPORTAMIENTO PAVIMENTO	
Ro<100 **105,95>100**	

Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico N°33: *Deflectograma de la Sección 1*



Fuente: *Elaboración propia*

***Tabla N°32**: Resultados deflectométricos de la sección 2*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

RESULTADOS DEFLECTÓMETROS SECCIÓN 2

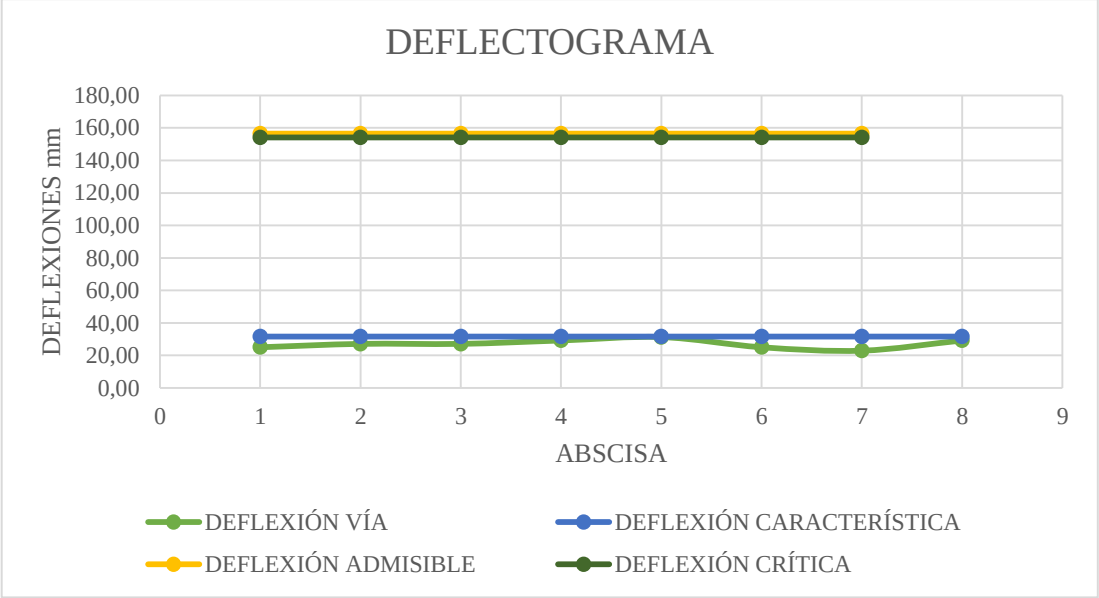
N°	ABSCISA	Do (mm)	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA mm	DEFLEXIÓN ADMISIBLE mm	DEFLEXIÓN CRÍTICA mm
8	Km 1+600	25,043	31,625	156,495	154,147
9	Km 1+800	27,130	31,625	156,495	154,147
10	Km 2+000	27,130	31,625	156,495	154,147
11	Km 2+200	29,217	31,625	156,495	154,147
12	Km 2+400	31,304	31,625	156,495	154,147
13	Km 2+600	25,043	31,625	156,495	154,147
14	Km 2+800	22,957	31,625	156,495	154,147
15	Km 3+000	29,217	31,625		
PROMEDIO		27,130			

RESULTADOS	
DEFLEXIÓN PROMEDIO	27,13 mm
DESVIACIÓN ESTANDAR	2,73
DEFLEXION CARACTERÍSTICA	31,63mm
DEFLEXIÓN ADMISIBLE	173,27mm
DEFLEXIÓN CRÍTICA	166,50mm

CRITERO EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	
COMPORTAMIENTO SUBRASANTE	TIPO DE DEFLEXIÓN
D<Da 27,13mm < 173,27mm	TIPO I
COMPORTAMIENTO PAVIMENTO	
Ro<100 181,38>100	

***Fuente:** Elaboración propia*

Gráfico N°34: *Deflectograma de la Sección 2*



Fuente: *Elaboración propia*

Mediante las Características del Pavimento de acuerdo al Tipo de Deflexión y Radio de Curvatura, según el Método de Conrevial, para todas las secciones ensayadas predomina el Tipo I, en cada de una de las secciones la Deflexión Característica es menor a la Deflexión Admisible describiendo un comportamiento de la subrasante buena, mientras que el radio de curvatura es mayor a 100 describiendo que el comportamiento del pavimento es bueno. Por ende, el pavimento asfaltico es el adecuada cumple con normas y estándares de calidad para brindar una apropiada vialidad.

3.1.4. Resultados de estudio suelos.

La granulometría representa la distribución de los agregados según las especificaciones técnicas. Los límites de Atterberg junto con la granulometría son importantes para determinar su clasificación de suelo, la humedad son los puntos de transición de un estado al otro denominado límite de consistencia. El ensayo de compactación determina la densidad máxima de un suelo en relación a su contenido de humedad. La capacidad soportante del suelo (CBR), mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, sub-base o base granular, bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

Del Anexo 4 estudios de suelos, se presenta un resumen del ensayo granulométrico, límites de Atterberg, densidad (Próctor) y CBR.

Ensayos muestra subrasante:

Tabla N°33: *Resultados de estudios de suelos subrasante*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL** **Muestra:** Subrasante				
Pozo	**Granulometría**	**Límites de consistencia**	**Densidad (Próctor modificado)**	**Valores de soporte CBR**
1	Cu=1,93 Cc=1,01 TNM= 2 mm	Ll=32% Ip=2,25%	ɣd=1,64gr/cm3 w=15%	CBR=8,7%
2	Cu= 3 Cc=0,65 TNM= 2mm	Ll=19% Ip=0,66%	ɣd=1,86 gr/cm3 w=14,5%	CBR=12,5%
NORMAS	ASTM: D 421-58 ASTM: D 422-63 ,AASHTO: T-87-70 AASHTO: T-88-70	AASHTO T‑89 AASHTO T‑90‑70 ASTM D 424-71 INEN 691	AASHTO T-180 ASTM D 1557	AASHTO T–193 ASTM D 1883

Fuente*: Elaboración Propia*

Determinación del tipo de suelo

Muestra subrasante:

Tabla N°34: *Determinación Tipo de suelo subrasante*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL** **Muestra:** Subrasante			
Sistema de clasificación	**Pozo**		**Descripción de suelo ensayado**
	1	2	
SUCS	SM	SM	Suelo arenoso con presencia de limos mal graduados
AASHTO	A-3	A-3	
Propiedades del suelo			
Límite líquido	32%	19%	Suelo plástico
Índice plástico	2,25%	0,66%	
Humedad óptima	15%	14,5%	Subrasante de calidad regular
Valor de soporte CBR	8,7%	12,5%	

Fuente*: Elaboración Propia*

Ensayos muestra Sub base:

Tabla N°35: *Resultados de estudios de suelos capa granular*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL** **Muestra:** Capa Sub Base				
Pozo	**Granulometría**	**Límites de consistencia**	**Densidad (Próctor modificado)**	**Valores de soporte CBR**
1	Cu=45,83 Cc=0,14 TNM=38,1mm	Ll=23% Ip=0,72%	ɣd=1,86gr/cm3 w=11,5%	CBR=31%
2	Cu=52,63 Cc=0,34 TNM=25,40mm	Ll=21% Ip=1,94%	ɣd=1,86 gr/cm3 w=12,5%	CBR=34%
NORMAS	ASTM: D 421-58 ASTM: D 422-63 ,AASHTO: T-87-70 AASHTO: T-88-70	AASHTO T‑89 AASHTO T-90‑70; ASTM D 424-71; INEN 691	AASHTO T-180; ASTM D1557	AASHTO T–193 ASTM D1883

Fuente*: Elaboración Propia*

Determinación tipo de suelo

Capa sub base

Tabla N°36: *Determinación Tipo de suelo capa granular*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL** **Muestra:** Capa Sub base			
Sistema de clasificación	**Pozo**		**Descripción de suelo ensayado**
	1	2	
SUCS	SP	SP	Grava con arena mal graduada
AASHTO	A-1-b	A-1-b	
Distribución Granulométrica			
2”	100,00	100,00	Se concluyó que la capa granular cumple como sub base clase 2, (Comparación del MOP Sección 403 y 404)
1 1/2”	99,98	99,97	
1	84,65	84,53	
3/4”	78,94	78,89	
1/2”	74,00	73,75	
3/8“	69,56	69,25	
#4	59,36	58,89	
#10	58,19	35,85	
#40	35,49	30,69	
#100	15,12	20,21	
#200	3,24	4,89	
Propiedades del suelo			
Límite líquido	23%	21%	Suelo de baja plasticidad
Índice plástico	0,,72%	1,94%	
Humedad óptima	11,5%	12,5%	Cumple como sub base de calidad buena.
Valor de soporte CBR	31%	34%	

Fuente*: Elaboración Propia*

Ensayos muestra base:

Tabla N°37: *Resultados de estudios de suelos capa granular*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL** **Muestra:** Capa Base				
Pozo	**Granulometría**	**Límites de consistencia**	**Densidad (Próctor modificado)**	**Valores de soporte CBR**
1	Cu=109,09 Cc=0,10 TNM=50,80mm	Ll=22% Ip=2,14%	ɣd=1,87gr/cm3 w=10%	CBR=80%
2	Cu=73,22 Cc=2,42 TNM=50,80mm	Ll=23% Ip=2,95%	ɣd=2,14 gr/cm3 w=9,1%	CBR=91%
NORMAS	ASTM: D 421-58 ASTM: D 422-63 ,AASHTO: T-87-70 AASHTO: T-88-70	AASHTO T‑89 AASHTO T‑90‑70; ASTM D 424-71; INEN 691	AASHTO T-180; ASTM D1557	AASHTO T–193 ASTM D1883

Fuente*: Elaboración Propia*

Determinación tipo de suelo

Capa base

Tabla N°38: *Determinación Tipo de suelo capa granular*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA** **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL** **Muestra:** Capa Base			
Sistema de clasificación	**Pozo**		**Descripción de suelo ensayado**
	1	2	
SUCS	SP	SP	Grava con arena mal graduada
AASHTO	A-1-b	A-1-b	
Distribución Granulométrica			
2”	99,95	99,95	Se concluyó que la capa base cumple como base clase 3, (Comparación del MOP Sección 403 y 404)
1 1/2”	99,87	99,87	
1	71,61	71,57	
3/4”	65,48	65,39	
1/2”	61,61	61,84	
3/8“	56,55	56,68	
#4	49,80	48,44	
#10	51,83	29,91	
#40	32,70	16,60	
#100	15,08	11,54	
#200	4,27	4,50	
Propiedades del suelo			
Límite líquido	22%	23%	Suelo plástico
Índice plástico	2,14%	2,95%	
Humedad óptima	10%	9,1%	Cumple como base de calidad buena.
Valor de soporte CBR	80%	91%	

Fuente*: Elaboración Propia*

Al comparar con las especificaciones (MOP sección 403 sub-base y sección 404 bases) los valores de granulometría describen que la capa sub-base es clase 2, cumplen las especificaciones de CBR, cumple los límites al igual que la capa base.

3.1.5 Análisis de Asfalto

3.1.5.1 Cálculo del porcentaje de contenido de asfalto

Este método de prueba se puede utilizar para determinar cuantitativamente el contenido de betún de la mezcla de pavimento para su aceptación como un control de calidad o investigación. Este método requiere solvente pero no es destructivo para la muestra, por lo que el betún recuperado se puede usar para pruebas posteriores y los agregados restantes también se pueden usar para estudios de tamaño de partículas.

El cemento asfáltico en la mezcla de pavimento se extrae por dilución con solvente (por reflujo o centrifugadora de extracción). El cemento asfáltico se calcula por la masa inicial de la muestra y la masa del agregado residual, el contenido de agua y los minerales. Los resultados se expresan como porcentaje de asfalto.

En donde:

WO= Peso de la olla

WR= Peso del recipiente del residuo

W1= Peso inicial de la muestra

W2= Peso de la muestra luego de la prueba

W3= Peso Inicial del filtro

W4=Peso del filtro luego la prueba

W5= Residuo en 100 cm3 de gasolina

W6= Residuo en 2300 cc de gasolina

$$W1= (W1+WO)-WO$$

$$W1=1595,6\ g – 1136,6g$$

$$\%Asfalto = \frac{(W1 - W2) - (W4 - W3) - W6}{W1} * 100$$

$$\%Asfalto = \frac{(459{,}0 - 423{,}75) - (21{,}46 - 17.37) - 5{,}0}{459{,}0} * 100$$

$$\%Asfalto = 5{,}71$$

***Tabla N° 39**: Contenido de porcentaje de asfalto de la sección 1*

ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO (NORMA AASHTO T-164)	
SECCIÓN 1	
Muestra	1
Peso inicial de la muestra	445,12
Peso de la muestra luego de la prueba	416,82
Peso inicial del filtro	17,37
Peso del filtro luego de la prueba	21,35
Residuo en 100 cm3 de gasolina	0,11
Residuo en 2300 cc de gasolina	2,9
% asfalto	**4,82**

***Fuente:** Elaboración Propia*

***Tabla N° 40**: Contenido de porcentaje de asfalto de la sección 2*

ENSAYO DE CONTENIDO DE ASFALTO (NORMA AASHTO T-164)	
SECCIÓN 2	
Muestra	2
Peso inicial de la muestra	459
Peso de la muestra luego de la prueba	423,75
Peso inicial del filtro	17,37
Peso del filtro luego de la prueba	21,46
Residuo en 100 cm3 de gasolina	0,19
Residuo en 2300 cc de gasolina	5,0
% asfalto	**5,71**

***Fuente:** Elaboración Propia*

En las tablas anteriores se pueden realizar una notable comparación con los porcentajes de asfaltos para cada sección tanto del asfalto viejo como el del nuevo.

En el asfalto nuevo tenemos un porcentaje de asfalto de 5.71% por lo que se puede notar que sigue conservando su contenido de asfalto para el cual fue diseñado mientras que en el asfalto viejo su contenido de asfalto es de 4.82%, con lo que se concluye que ha

perdido gran porcentaje de asfalto debido a la cristalización del asfalto a través del tiempo que hace que pierda su contenido aumentando su porcentaje de vacíos.

3.1.5.2 Cálculo de la gravedad específica bruta

Para realizar esta prueba, la muestra debe secarse y registrar su peso seco (A), luego sumergir la muestra durante 4 minutos y registrar el peso de la inmersión (C). Finalmente, se seca rápidamente con una toalla húmeda y el peso (B) se mide en condiciones de superficie seca saturada. Para calcular la gravedad específica bruta se hará lo siguiente:

$$G = \frac{A}{B - C}$$

$$G = \frac{212{,}0}{212{,}2 - 110{,}1}$$

$$G = 2.076$$

***Tabla N° 41**: Peso específico del asfalto*

LABORATORIO DE SUELOS GADMA							
ENSAYO DE DENSIDAD DEL HORMIGÓN ASFÁLTICO							
Abcisa	**Fecha**	**% Asfalt.**	**espesor**	**Peso en gramos**		**Peso específico**	
Km	**muestreo**		**briqueta**	**seca**	**S.S.S**	**en**	**Bulk**
				aire	**en aire**	**agua**	
0+500	16-jul-19	4,82	5,6	223,1	223,3	115,0	2,060
1+00	16-jul-19	4,82	5,2	212,0	212,2	110,1	2,076
1+500	16-jul-19	4,82	5,5	229,9	230,2	120,2	2,090
2+00	16-jul-19	5,71	5,3	230,1	230,5	121,5	2,111
2+500	16-jul-19	5,71	5,5	229,5	230,0	122,0	2,125
3+00	16-jul-19	5,71	5,0	205,9	206,1	109,3	2,127

***Fuente:** Elaboración Propia*

Mediante ésta tabla se obtiene el peso específico de cada núcleo de asfalto mediante la cual se compara el asfalto del viejo del nuevo, el asfalto viejo tiene menor peso específico que el asfalto nuevo, esto es debido a que tiene un menor porcentaje de asfalto analizado anteriormente. Adicionalmente se puede decir que el porcentaje de vacíos llega a ser mayor en el asfalto viejo que en el nuevo.

3.2.5.3 Análisis granulométrico del asfalto

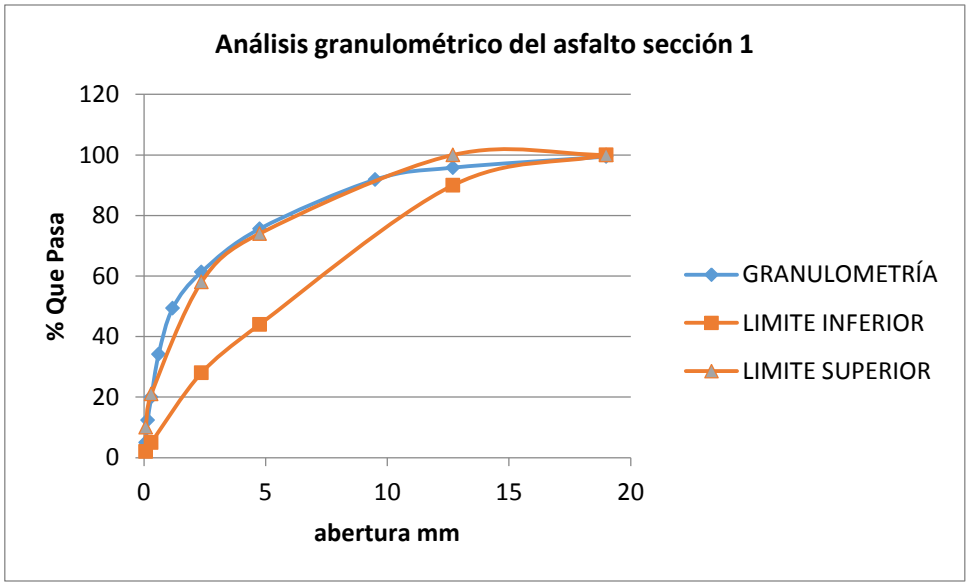
La granulometría de los agregados del asfalto se lo realizo de igual manera para las dos secciones que tenemos en la avenida es decir del asfalto viejo y del asfalto nuevo

Tabla N°42 : *Granulometría de los agregados de asfalto de la sección 1 y 2*

		SECCIÓN 2			SECCIÓN 1		
TAMIZ	**mm**	**PESO**		**% pasa**	**PESO**		**% pasa**
1	25,4						
3/4"	19	10,2	577,7	96,945796	0	671,2	99,451771
1/2"	12,7	5,8	560,6	94,076187	5,6	646,6	95,806786
3/8"	9,5	31,8	530,7	89,058567	27,5	619,8	91,835828
No.4	4,75	87,9	440,9	73,988924	62,3	510,1	75,581568
No.8	2,36	103,5	336,3	56,435644	105,4	413,9	61,327604
No.16	1,18	109,4	225,8	37,892264	119,4	333,4	49,399911
No.30	0,6	21,8	200,1	33,57946	102,1	230,4	34,138391
No.50	0,3	80,8	125,4	21,043799	87,5	135	20,002963
No.100	0,15	52,3	72,4	12,14969	62,3	83,3	12,342569
No.200	0,075	34,1	37,3	6,2594395	50,1	33,7	4,9933323
Pasa No.200		58,3	20	3,3562678	52,7	25	3,7042525
PESO TOTAL		**595,9**			**674,9**		

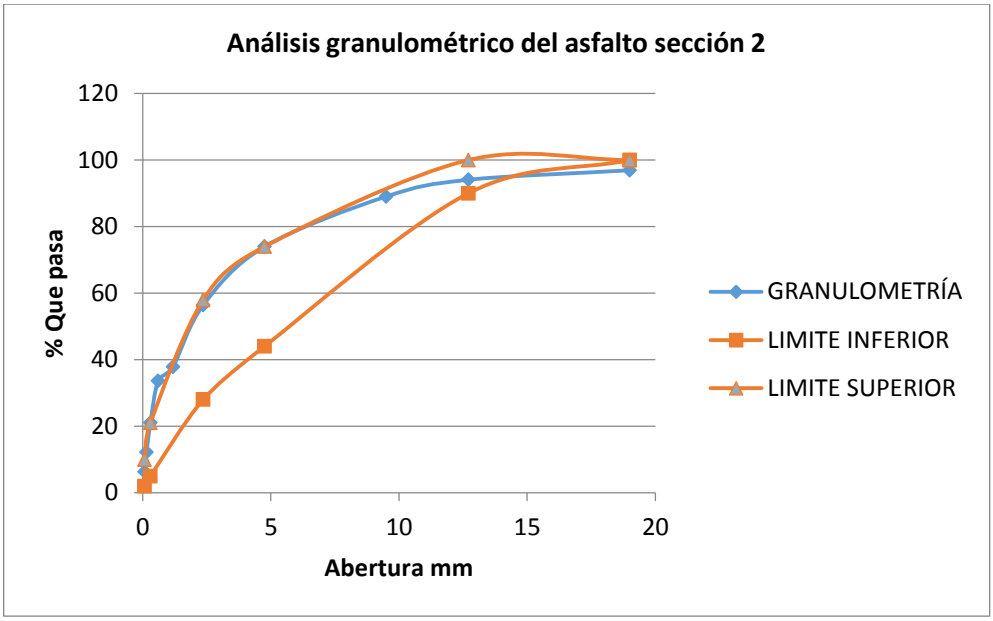
Fuente: *Elaboración Propia*

Gráfico N°35: *Granulometría de los agregados de asfalto de la sección 1*



Fuente: *Elaboración Propia*

Gráfico N°36: *Granulometría de los agregados de asfalto de la sección 2*



Fuente: *Elaboración Propia*

Se concluye que la granulometría que se ha utilizado en las dos secciones pertenece a la granulometría de 1/2'' según el MOP y que cumple con dicha normativa

***Tabla N°43**: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	N°4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 – 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 – 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

***Fuente:** MOP-001-F-2002*

3.1.6 Análisis de costos

3.1.6.1 Volúmenes de obra

Con base en el inventario de carreteras y la evaluación del pavimento, se determina la cantidad de trabajo a realizar para hacer que la carretera se encuentre en condiciones óptimas de uso. La tabla a continuación ilustra la cantidad de obra para cada inventario; sin embargo, para propósitos contractuales y al establecer un presupuesto efectivo, la decisión incluye una columna de cantidad de obra a ser contratada, que define un margen de error del 2%, que evita los problemas subsiguientes debidos al aumento de obras.

***Tabla N°44**: Volumen de obra*

RUBRO	CANTIDAD INVENTARIO	CANTIDAD CONTRATAR	UNIDAD
SLURRY (Mortero asfaltico modificado con polímeros)	21900	22338	m2
Cuneta de hormigón simple f'c=180 kg/cm2	3000	3060	m
Fresado	1095	1116,9	m3
Señalización horizontal a=12 cm	3	3,06	Km

***Fuente:** Elaboración Propia*

3.1.6.2 Análisis de precios unitarios

El precio unitario de cada rubro está determinado por el costo de la máquina o el equipo utilizado, la mano de obra del operador sujeta al formulario está determinada por el ministerio apropiado, así como también los materiales utilizados y el transporte.

(Véase en Anexo No. 5, el detalle para cálculo del precio unitario de los demás rubros)

***Tabla N° 45**: Rubro 1*

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO	1				Unidad	M3
DETALLE	Fresado incluye desalojo de material					
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**	
			C=A*B	**R**	**D=C*R**	
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	1				0,09	
FRESADORA	1	88,00	88	0,05	4,4	
TANQUERO DE AGUA	0,1	26,00	2,6	0,05	0,13	
VOLQUETA	3	25,00	75	0,05	3,75	
SUBTOTAL M					8,37	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**	
			C=A*B	**R**	**D=C*R**	
OP. FRESADORA PAV. (ESTA. OCUP .C1)	1	4,03	4,03	0,05	0,20	
CHOF. TANUQEROS (EST. OCUP. C1)	0,1	5,03	0,503	0,05	0,03	
PEÓN (EST. PCUP. E2)	4	3,65	14,6	0,05	0,73	
CHOF. VOLQUETAS (EST. OCUP. C1)	3	5,03	15,09	0,05	0,75	
SUBTOTAL N					1,71	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**COSTO**	
			A	**B**	**D=C*R**	
AGUA		M3	0,1	1,5	0,15	
SUBTOTAL O					0,15	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**COSTO**	
			A	**B**	**D=C*R**	
		M3/KM				
SUBTOTAL P					0,00	
	TOTAL COSTO DIRECTO X=(M+N+O+P)				10,23	
	INDIRECTOS: 0,13%				1,33	
	UTILIDAD: 0,07%				0,72	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				12,28	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.	VALOR OFERTADO				12,28	

***Fuente:** Elaboración Propia*

3.1.6.3 Presupuesto referencial

Para determinar el presupuesto de referencia, se definen los rubros que se ejecutarán y se establece un precio unitario para cada rubro.

***Tabla N° 46**: Presupuesto referencial*

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
VIA :	MANUELITA SAENZ				
OBRA:	MANTENIMIENTO				
LONGITUD:	1,5 Km				
PLAZO	60 días				
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Fresado incluye desalojo de material	M3	1116,9	12,28	13712,61
2	Cuneta de hormigón simple f'c=180 kg/cm2	m	3060	12,72	38913,56
4	Carpeta Asfáltica 2plg	M2	26010	2,55	66285,18
3	Señalización horizontal a=12 cm	Km	3,06	431,95	1321,78
			PRESUPUESTO REFERENCIAL		120233,13

***Fuente:** Elaboración Propia*

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Al realizar la extracción de núcleos y calicatas, la estructura del pavimento investigado se compone de las siguientes capas: capa de rodadura asfáltica, 5cm. 30 de sub base y 20 cm de base en la sección 1 que es la que corresponde a un asfalto antiguo. La sección 2 está compuesta de lo mismo de lo anteriormente mencionado en la sección 1 con la única diferencia que está adicionalmente recapeado con capa de 5 cm

- El TPDA actual es de 16,863 vehículos / día. Se espera que el volumen de tráfico sea de 20 años, llegando a 31463 vehículos por día, lo que indica según LAS ESPECIFICACIONES MOP 2003 cuadro III-1 que la carretera debe diseñarse con la geometría de una vía tipo RI-RII para satisfacer las necesidades del tráfico indicado.

- En la evaluación superficial de la vía por el método PCI, se obtuvo 2 secciones de investigación, los resultados son los siguientes: Sección 1 PCI = 47.83% identificando una clasificación regular, Sección 2 PCI = 61.50% con una clasificación de PCI de buena.

- Según la prueba de deflexión de la viga Benkelman, se determina que el tipo de deflexión es tipo I, porque la deflexión característica es menor que la deflexión permitida, lo que significa que nuestro subsuelo tiene un buen rendimiento, y el radio de curvatura por encima de 100 indica un rendimiento suficiente de la estructura del pavimento en los los dos tramos.

- Los resultados de los análisis de los ensayos del asfalto, realizado por secciones se obtiene que la sección 1 no cumple con el porcentaje de asfalto requerido para esta clase de vía por lo que en este tramo de vía se debe dar un mantenimiento de la sección 1 mediante recapeo. Mientras que en la sección 2 si se cumple con el porcentaje de asfalto y granulometría y no requiere intervención porque poco antes de la investigación ya fue reemplazada la carpeta asfáltica.

• Se elaboró un presupuesto referencial para el mantenimiento y reparación del pavimento de la Av. Manuelita Sáenz para el tramo de sección 1 con un valor de 120233,13 que es el tramo que requiere una intervención.

• El estudio de los suelos determina que el sub base es de buena calidad, cumpliendo con las especificaciones del CBR es una clase 2 según el MOP, mientras que la base de igual manera cumple con las especificaciones de CBR es una clase 3 de acuerdo con el MOP por lo que no es necesario realizar modificación alguna en la base y la subbase.

4.2 RECOMENDACIONES

• Al ejecutar una vía, se debe realizar un mantenimiento periódico o de rutina para extender la vida útil de la misma.

• Antes de realizar un mantenimiento vial de cualquier tipo que sea, es necesario realizar el PCI, ya que determinará el porcentaje de degradación de la superficie de la carretera, y se utilizará para identificar los diferentes niveles de intervención tempranamente y su costo es relativamente bajo.

•En toda evaluación vial ya sea en instituciones públicas o privadas también es necesario realizar una evaluación estructural con el uso de la viga Benkelman porque es una prueba fácil de usar y con costos moderados esto es importante para conocer si la estructura de pavimento cumple con las deformaciones permitidas.

•Para el asfalto nuevo en el cual al pasar el tiempo comenzara a aparecer las típicas fallas de pavimento flexible de piel de cocodrilo, grietas longitudinales, laterales y grietas parabólicas, se aplicara un sello de superficie a la carpeta dependiendo del nivel de deterioro de la carpeta asfáltica.

• Se debe contar con las respectivas señalizaciones verticales y horizontales para que el usuario tenga suficiente visibilidad y circule de manera segura a lo largo de su viaje.

•Realizar trabajos complementarios, como desagües, aceras y alcantarillado. Limpiar la carretera y sus componentes cada 6 meses. Después de un análisis exhaustivo basado en este proyecto técnico, el daño del pavimento también se debe restaurar o reparar.

•Para todo ensayo que se vaya a realizar ya sea en la vía o en el campo se deberá antes que nada revisar las normas existentes de manera que los ensayos se puedan ejecutar de mejor manera cumpliendo la normativa vigente

• Adicionalmente de todos los ensayos realizados en este proyecto, es necesario realizar un ensayo de rugosidad pero no fue posible realizarlo puesto que en la facultad y en el municipio no disponen del rugosímetro.

• Es necesaria la extracción de núcleos de hormigón para más detalle el nivel de daño ensayo respectivo y espesores de las capas.

MATERIALES DE REFERENCIA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G. Villalba, Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación, Cartagena, 2017.

[2] S. Torres, Instructivo técnico para la operación, evaluación, diagnóstico y diseño de rehabilitación de pavimentos flexibles a través del análisis de medidas de deflexión con dispositivo de carga estática no continua viga Benkelman, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad De Ingenierías, Programa de Ingeniería Civil, 2014.

[3] P. Morales, Efectos de la alta compactación de la capa base en pavimentos flexibles, Managua: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad De la Tecnología de la Construcción, 2010.

[4] J. Bazant, Manual de criterios de diseño urbano, México: Editorial trillas, 1998.

[5] P. Morales, Efectos de la alta compactación de la capa base en pavimentos flexibles, Managua: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad De la Tecnología de la Construcción, 2010.

[6] C. Puga, Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca), Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad De Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2018.

[7] S. Torres, Instructivo técnico para la operación, evaluación, diagnóstico y diseño de rehabilitación de pavimentos flexibles a través del análisis de medidas de deflexión con dispositivo de carga estática no continua viga Benkelman, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad De Ingenierías, Programa de Ingeniería Civil, 2014.

[8] L. Vásquez, Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad De Ingenierías, Programa de Ingeniería Civil, 2006.

[9] E. Velásquez, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Perú: Universidad de Piura, Facultad De Ingeniería, 2009.

[10] H. Bonifaz, Pavimentos Apuntes de Clase, UIDE, Quito, 2012

[11] M FONSECA, Alfonso (2002), Ingeniería de pavimentos para carreteras, Segunda Edición, Ediciones y Publicaciones Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
[12] A. Resources, «Georreferenciacion y sistemas de coordenadas,» ESRI, 29 09 2018.

[13] R. Velásquez. (2009), Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla, Piura.

[14]E. Ávila Redrovan, F. Albarracín Llivisaca y J. Bojorque, Evaluación de pavimentos en base a métodos no destructivos y análisis inverso caso de estudio: Vía Chicti - Sevilla de Oro, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2104.

[15] I. Balarezo, Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicado a un pavimento, Piura, 2017.

[16]E. Carahuatay, Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel - Pablo, tramo San Miguel-Sunuden; mediante análisis deflectométrico, Cajamarca, 2015.

[17] J. Rabanal, Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca - 2014, Cajamarca, 2014.

[18] C. M. Robalino, «DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA UBICADA ENTRE LOS TRAMOS LAS ESTANCIAS-COLONIA GARCIA MORENO,» UTA TESIS, AMBATO, 2017

[19] Eulalio Juarez Badillo and Rico Alfonso Rodriguez, Mecánica De Suelos, Tercera ed. México D.F., México: Limusa, 1981.

ANEXOS

Contiene:

1) Conteo Vehicular
2) Monogramas e Índice de Condición del Pavimento PCI
3) Criterios de Evaluación Superficial Viga Benkelman
4) Estudio de suelos
5) Análisis de precios unitarios
6) Archivo Fotográfico
7) Planos (Puntos Coordenadas, Abscisado Vía)

Anexo 1 Conteo Vehicular

CONTEO VEHICULAR DÍA JUEVES											
HORA		***LIVIANOS***	***BUSES***	***PESADOS***						***Subtotal***	***Acumulado por hora***
				DOS EJES		***C-3***	***C-4***	***C-5***	***C-6***		
				C-2-P	***C-2-G***						
											
6:00:00	6:15:00	219	4	2	4	0	0	0	0	229	
6:15:00	6:30:00	190	4	4	6	1	1	1	0	207	
6:30:00	6:45:00	183	4	4	2	1	0	0	0	194	
6:45:00	7:00:00	278	5	4	3	1	2	0	0	293	923
7:00:00	7:15:00	492	7	4	5	2	0	0	0	510	1204
7:15:00	7:30:00	272	11	6	5	0	0	0	0	294	1291
7:30:00	7:45:00	305	9	8	3	2	2	1	0	330	1427
7:45:00	8:00:00	375	8	10	3	1	1	0	0	398	1533
8:00:00	8:15:00	366	6	6	4	1	0	0	0	383	1405
8:15:00	8:30:00	338	7	4	4	0	2	1	0	356	1467
8:30:00	8:45:00	216	10	2	2	2	1	0	0	233	1369
8:45:00	9:00:00	220	8	6	5	3	2	0	0	244	1216
9:00:00	9:15:00	202	8	10	4	2	0	0	0	226	1059
9:15:00	9:30:00	253	8	6	4	2	0	0	0	273	976
9:30	9:45	174	8	4	5	6	4	1	0	202	945
9:45:00	10:00:00	225	8	8	4	2	1	0	0	248	949
10:00:00	10:15:00	202	8	6	5	2	0	0	0	223	946
10:15:00	10:30:00	169	12	6	4	1	1	1	0	194	866
10:30:00	10:45:00	202	6	8	4	1	3	0	0	224	888
10:45:00	11:00:00	263	9	4	4	1	0	0	0	281	921
11:00:00	11:15:00	216	7	6	3	1	0	0	0	233	931
11:15:00	11:30:00	150	8	10	3	3	3	0	0	177	914
11:30:00	11:45:00	202	7	10	3	2	1	0	0	225	915
11:45:00	12:00:00	220	9	6	3	3	1	0	0	242	877

12:00:00	12:15:00	183	9	8	4	3	0	1	0	208	852
12:15:00	12:30:00	169	7	6	6	3	1	0	0	192	867
12:30:00	12:45:00	174	10	6	8	1	2	0	0	201	843
12:45:00	13:00:00	145	9	6	8	3	1	0	0	172	773
13:00:00	13:15:00	131	10	8	3	2	1	0	0	155	720
13:15:00	13:30:00	98	9	10	5	2	2	0	0	126	655
13:30:00	13:45:00	206	8	10	3	2	1	1	0	231	686
13:45:00	14:00:00	197	9	8	5	3	0	0	0	222	735
14:00:00	14:15:00	249	8	6	5	2	3	0	0	273	852
14:15:00	14:30:00	225	8	6	7	3	0	0	0	249	975
14:30:00	14:45:00	258	9	8	3	2	0	0	0	280	1024
14:45:00	15:00:00	223	8	8	3	2	1	0	0	245	1046
15:00:00	15:15:00	258	8	10	3	2	2	1	0	284	1058
15:15:00	15:30:00	174	7	6	3	3	1	0	0	194	1002
15:30:00	15:45:00	183	7	6	3	3	1	1	0	204	926
15:45:00	16:00:00	286	8	6	3	1	1	0	0	305	986
16:00:00	16:15:00	188	7	8	5	2	1	1	0	212	914
16:15:00	16:30:00	229	9	4	3	3	1	1	0	250	971
16:30:00	16:45:00	244	8	8	3	2	1	0	0	266	1033
16:45:00	17:00:00	295	7	6	7	3	1	0	0	319	1047
17:00:00	17:15:00	230	9	10	4	2	1	1	0	257	1092
17:15:00	17:30:00	239	8	6	3	3	1	0	0	260	1102
17:30:00	17:45:00	103	7	8	3	2	1	1	0	125	962
17:45:00	18:00:00	310	8	8	5	2	1	0	0	334	976

CONTEO VEHICULAR DÍA VIERNES											
HORA		***LIVIANOS***	***BUSES***	***PESADOS***						***TOTAL VEHICULOS POR CUARTO DE HORA***	***TOTAL VEHÍCULOS POR HORA***
				DOS EJES		***C-3***	***C-4***	***C-5***	***C-6***		
				***C-2-P*** 	***C-2-G*** 						
6:00:00	6:15:00	244	5	1	3	1	1	1	0	256	
6:15:00	6:30:00	238	5	3	3	2	2	0	0	253	
6:30:00	6:45:00	258	4	4	6	2	2	0	0	276	
6:45:00	7:00:00	246	6	6	4	2	2	0	0	266	1051
7:00:00	7:15:00	314	8	3	4	2	2	0	0	333	1128
7:15:00	7:30:00	267	8	3	4	0	1	0	0	283	1159
7:30:00	7:45:00	150	7	5	4	2	2	0	0	170	1053
7:45:00	8:00:00	159	9	5	4	1	0	0	0	178	965
8:00:00	8:15:00	258	8	3	3	3	1	0	0	276	908
8:15:00	8:30:00	164	8	6	3	0	1	2	0	184	809
8:30:00	8:45:00	305	9	6	5	3	2	0	0	330	968
8:45:00	9:00:00	206	6	2	6	1	1	0	0	222	1012
9:00:00	9:15:00	216	7	3	4	2	2	0	0	234	970
9:15:00	9:30:00	192	8	4	4	2	1	0	0	211	997
9:30	9:45	174	8	5	5	2	3	1	0	198	865
9:45:00	10:00:00	188	9	5	3	4	1	0	0	210	852
10:00:00	10:15:00	159	8	4	4	5	4	0	0	184	803
10:15:00	10:30:00	178	9	4	6	3	2	1	0	203	795
10:30:00	10:45:00	188	7	5	3	1	4	0	0	208	805
10:45:00	11:00:00	141	6	4	2	2	3	1	0	159	754
11:00:00	11:15:00	197	8	4	2	5	2	0	0	218	788

11:15:00	11:30:00	127	7	5	3	2	1	0	0	145	729
11:30:00	11:45:00	117	9	6	4	5	2	1	0	144	666
11:45:00	12:00:00	136	7	5	4	1	1	0	0	154	661
12:00:00	12:15:00	98	7	5	3	3	3	0	0	119	562
12:15:00	12:30:00	113	9	8	4	2	3	1	0	140	557
12:30:00	12:45:00	136	9	4	5	1	2	0	0	157	570
12:45:00	13:00:00	188	7	3	5	4	2	0	0	209	625
13:00:00	13:15:00	141	8	5	4	0	2	1	0	161	666
13:15:00	13:30:00	197	7	4	3	4	0	1	0	216	742
13:30:00	13:45:00	197	8	3	3	5	1	0	0	217	802
13:45:00	14:00:00	188	9	5	3	4	0	0	0	209	802
14:00:00	14:15:00	164	7	6	6	4	2	0	0	189	831
14:15:00	14:30:00	197	8	6	2	2	1	0	0	216	831
14:30:00	14:45:00	235	8	6	4	5	3	0	0	261	874
14:45:00	15:00:00	239	9	5	5	3	3	1	0	265	931
15:00:00	15:15:00	192	6	3	6	3	3	0	0	213	955
15:15:00	15:30:00	310	8	3	2	3	3	0	0	329	1068
15:30:00	15:45:00	225	8	6	5	2	1	1	0	248	1055
15:45:00	16:00:00	305	7	5	5	2	4	0	0	328	1118
16:00:00	16:15:00	235	10	5	2	4	1	0	0	257	1161
16:15:00	16:30:00	328	8	6	4	3	3	0	0	352	1184
16:30:00	16:45:00	230	8	7	3	2	2	1	0	253	1189
16:45:00	17:00:00	267	6	3	5	3	1	0	0	285	1147
17:00:00	17:15:00	211	8	3	3	3	3	0	0	231	1121
17:15:00	17:30:00	230	9	5	2	4	3	0	0	253	1022
17:30:00	17:45:00	131	6	6	4	3	2	0	0	152	922

17:45:00	18:00:00	263	8	2	4	3	3	0	0	283	919

CONTEO VEHICULAR DÍA SÁBADO											
HORA		***LIVIANOS***	***BUSES***	***PESADOS***						***TOTAL VEHICULOS POR CUARTO DE HORA***	***TOTAL VEHÍCULOS POR HORA***
				DOS EJES		***C-3***	***C-4***	***C-5***	***C-6***		
				***C-2-P*** 	***C-2-G*** 						
6:00:00	6:15:00	223	5	7	2	1	3	0	0	241	
6:15:00	6:30:00	194	6	4	4	2	0	0	0	210	
6:30:00	6:45:00	187	5	4	3	3	1	0	0	203	
6:45:00	7:00:00	284	6	4	3	3	0	1	0	301	954
7:00:00	7:15:00	103	8	5	4	4	1	0	0	125	838
7:15:00	7:30:00	249	7	2	2	2	1	1	0	264	892
7:30:00	7:45:00	216	7	5	2	3	2	0	0	235	924
7:45:00	8:00:00	272	9	5	1	1	3	0	0	291	915
8:00:00	8:15:00	192	8	5	2	2	3	0	0	212	1002
8:15:00	8:30:00	225	6	4	4	4	1	0	0	244	982
8:30:00	8:45:00	281	8	8	1	1	3	0	0	302	1050
8:45:00	9:00:00	295	8	3	4	3	3	0	0	316	1075
9:00:00	9:15:00	249	9	5	3	2	1	0	0	269	1132
9:15:00	9:30:00	263	5	4	3	2	4	0	0	281	1168
9:30	9:45	216	5	3	5	3	3	0	0	235	1100
9:45:00	10:00:00	188	8	5	3	4	3	0	0	211	995
10:00:00	10:15:00	192	9	4	3	3	2	0	0	213	939
10:15:00	10:30:00	136	8	5	4	4	1	0	0	158	817
10:30:00	10:45:00	249	9	5	3	2	2	0	0	270	851
	11:00:00	291	9	3	5	1	1	0	0	310	951

10:45:00											
11:00:00	11:15:00	183	6	4	1	0	1	2	0	197	934
11:15:00	11:30:00	103	7	4	2	0	1	0	0	117	893
11:30:00	11:45:00	356	7	4	3	0	3	0	0	373	997
11:45:00	12:00:00	380	6	4	5	2	2	0	0	399	1086
12:00:00	12:15:00	272	8	6	4	3	4	0	0	297	1187
12:15:00	12:30:00	258	8	5	4	3	3	0	0	281	1350
12:30:00	12:45:00	230	8	6	4	4	3	0	0	255	1232
12:45:00	13:00:00	122	8	4	4	2	2	0	0	142	975
13:00:00	13:15:00	220	10	6	1	1	2	0	0	240	918
13:15:00	13:30:00	230	7	5	5	4	2	0	0	253	890
13:30:00	13:45:00	239	9	5	2	1	2	1	0	259	894
13:45:00	14:00:00	220	6	7	3	4	0	0	0	240	993
14:00:00	14:15:00	254	9	6	3	1	1	0	0	274	1026
14:15:00	14:30:00	206	7	6	1	1	2	0	0	223	996
14:30:00	14:45:00	286	6	4	4	3	2	0	0	305	1042
14:45:00	15:00:00	290	8	5	6	4	1	0	0	314	1115
15:00:00	15:15:00	155	8	5	3	3	2	1	0	177	1018
15:15:00	15:30:00	295	8	4	5	5	1	0	0	318	1114
15:30:00	15:45:00	239	6	4	2	1	1	0	0	253	1062
15:45:00	16:00:00	249	8	6	3	1	2	0	0	269	1017
16:00:00	16:15:00	225	7	5	3	2	2	0	0	244	1084
16:15:00	16:30:00	291	7	4	4	3	1	0	0	310	1076
16:45:00	17:00:00	267	8	6	4	2	1	0	0	288	1080
17:00:00	17:15:00	89	8	7	5	3	0	0	0	112	948
17:15:00	17:30:00	197	7	8	5	5	2	0	0	224	862

17:30:00	17:45:00	169	7	5	3	1	1	1	0	187	811
17:45:00	18:00:00	253	7	4	3	3	1	0	0	271	794

CONTEO VEHICULAR DÍA DOMINGO

HORA		***LIVIANOS***	***BUSES***	***PESADOS***						***TOTAL VEHICULOS POR CUARTO DE HORA***	***TOTAL VEHÍCULOS POR HORA***
				DOS EJES		***C-3***	***C-4***	***C-5***	***C-6***		
				C-2-P	***C-2-G***						
											
6:00:00	6:15:00	218	5	5	3	3	1	0	0	235	
6:15:00	6:30:00	173	6	4	4	3	1	0	0	191	
6:30:00	6:45:00	171	6	3	3	2	1	0	0	186	
6:45:00	7:00:00	317	6	2	2	2	1	0	0	330	942
7:00:00	7:15:00	66	7	4	3	2	2	0	0	84	791
7:15:00	7:30:00	272	8	3	5	4	2	0	0	294	894
7:30:00	7:45:00	178	9	4	4	4	1	0	0	200	908
7:45:00	8:00:00	216	8	4	3	2	2	0	0	235	813
8:00:00	8:15:00	230	8	5	4	3	2	2	0	254	983
8:15:00	8:30:00	164	7	6	5	3	2	0	0	187	876
8:30:00	8:45:00	122	8	3	3	3	2	0	0	141	817
8:45:00	9:00:00	183	9	4	3	1	2	0	0	202	784
9:00:00	9:15:00	310	8	6	5	2	2	0	0	333	863
9:15:00	9:30:00	159	8	8	4	2	4	0	0	185	861
9:30	9:45	239	7	4	3	3	2	0	0	258	978
9:45:00	10:00:00	122	7	7	5	4	1	0	0	146	922
10:00:00	10:15:00	244	7	2	7	3	2	0	0	265	854
10:15:00	10:30:00	159	8	4	2	4	2	0	0	179	848
10:30:00	10:45:00	239	7	6	4	4	2	1	0	263	853

10:45:00	11:00:00	192	9	5	5	3	2	0	0	216	924
11:00:00	11:15:00	324	11	4	4	4	1	0	0	348	1007
11:15:00	11:30:00	188	7	6	3	3	2	0	0	209	1036
11:30:00	11:45:00	178	6	3	3	4	4	0	0	198	971
11:45:00	12:00:00	216	7	6	4	3	1	0	0	237	991
12:00:00	12:15:00	202	9	8	5	2	2	1	0	229	872
12:15:00	12:30:00	319	7	6	3	3	2	0	0	340	1004
12:30:00	12:45:00	314	7	4	4	3	3	0	0	335	1141
12:45:00	13:00:00	136	7	6	2	5	4	0	0	160	1064
13:00:00	13:15:00	235	8	7	4	3	1	0	0	258	1093
13:15:00	13:30:00	202	7	4	6	4	1	0	0	224	976
13:30:00	13:45:00	286	7	4	4	2	2	0	0	305	946
13:45:00	14:00:00	169	8	4	4	2	2	0	0	189	975
14:00:00	14:15:00	286	8	6	5	3	2	0	0	310	1028
14:15:00	14:30:00	235	7	7	2	4	3	0	0	258	1062
14:30:00	14:45:00	113	8	5	3	3	2	1	0	135	891
14:45:00	15:00:00	193	6	8	2	2	2	0	0	213	915
15:00:00	15:15:00	244	8	3	4	4	3	0	0	266	871
15:15:00	15:30:00	174	7	4	4	2	2	0	0	193	806
15:30:00	15:45:00	136	6	5	2	2	1	0	0	152	824
15:45:00	16:00:00	220	7	5	3	3	2	0	0	240	851
16:00:00	16:15:00	244	9	3	4	3	2	0	0	265	850
16:15:00	16:30:00	260	9	6	4	4	1	0	0	284	941
16:45:00	17:00:00	141	8	5	4	4	2	0	0	164	951
17:00:00	17:15:00	127	7	5	5	3	2	0	0	149	834
17:15:00	17:30:00	249	7	8	2	3	2	0	0	271	821

17:30:00	17:45:00	84	8	2	4	4	3	0	0	105	688
17:45:00	18:00:00	188	7	4	6	3	3	0	0	211	735

CONTEO VEHICULAR DÍA LUNES											
HORA		***LIVIANOS***	***BUSES***	***PESADOS***						***TOTAL VEHICULOS POR CUARTO DE HORA***	***TOTAL VEHÍCULOS POR HORA***
				DOS EJES		***C-3***	***C-4***	***C-5***	***C-6***		
				C-2-P	***C-2-G***						
											
6:00:00	6:15:00	200	3	2	3	2	2	0	0	212	
6:15:00	6:30:00	164	5	4	5	2	2	0	0	182	
6:30:00	6:45:00	147	6	5	2	3	2	0	0	165	
6:45:00	7:00:00	300	6	4	4	3	2	0	0	319	878
7:00:00	7:15:00	197	7	4	4	2	2	0	0	216	882
7:15:00	7:30:00	225	8	5	4	4	3	1	0	250	950
7:30:00	7:45:00	211	6	2	3	3	1	0	0	226	1011
7:45:00	8:00:00	159	7	3	3	2	1	0	0	175	868
8:00:00	8:15:00	197	8	4	2	3	1	0	0	215	867
8:15:00	8:30:00	206	8	3	2	3	0	1	0	223	840
8:30:00	8:45:00	197	9	4	5	2	1	0	0	218	832
8:45:00	9:00:00	249	8	5	5	3	1	0	0	271	927
9:00:00	9:15:00	244	9	7	2	1	2	0	0	265	977
9:15:00	9:30:00	230	8	8	2	3	2	0	0	253	1006
9:30	9:45	164	8	8	2	4	3	1	0	190	978
9:45:00	10:00:00	178	9	8	4	3	3	0	0	205	913
10:00:00	10:15:00	206	6	7	4	3	4	0	0	230	879

10:15:00	10:30:00	141	7	5	3	3	4	1	0	164	789
10:30:00	10:45:00	122	8	3	5	1	4	0	0	143	742
10:45:00	11:00:00	202	9	6	4	2	2	0	0	225	762
11:00:00	11:15:00	197	7	5	4	3	1	0	0	217	748
11:15:00	11:30:00	159	8	4	5	3	1	0	0	180	765
11:30:00	11:45:00	211	9	4	5	2	2	0	0	233	855
11:45:00	12:00:00	136	7	4	3	2	0	1	0	153	784
12:00:00	12:15:00	141	7	4	3	2	3	0	0	160	726
12:15:00	12:30:00	122	7	6	5	3	3	0	0	146	692
12:30:00	12:45:00	117	7	6	4	4	2	0	0	140	599
12:45:00	13:00:00	119	9	4	2	2	2	1	0	139	585
13:00:00	13:15:00	70	6	4	4	2	2	1	0	89	515
13:15:00	13:30:00	108	8	5	7	2	2	0	0	132	501
13:30:00	13:45:00	188	6	6	4	4	2	0	0	210	570
13:45:00	14:00:00	117	8	7	3	2	2	1	0	140	571
14:00:00	14:15:00	188	8	6	5	2	4	0	0	213	694
14:15:00	14:30:00	155	7	6	4	2	1	0	0	175	737
14:30:00	14:45:00	150	6	3	3	4	2	0	0	168	696
14:45:00	15:00:00	101	7	5	5	3	2	1	0	124	679
15:00:00	15:15:00	192	7	7	5	2	2	0	0	215	682
15:15:00	15:30:00	89	8	5	6	1	3	0	0	112	619
15:30:00	15:45:00	197	8	5	5	2	4	2	0	223	674
15:45:00	16:00:00	206	8	8	3	4	2	0	0	231	782
16:00:00	16:15:00	202	6	6	4	3	2	0	0	223	789
16:15:00	16:30:00	198	5	5	5	3	2	0	0	218	895
16:45:00	17:00:00	413	7	4	4	2	2	0	0	432	1110

17:00:00	17:15:00	328	6	3	2	4	4	0	0	347	1235
17:15:00	17:30:00	272	8	3	4	2	1	0	0	290	1307
17:30:00	17:45:00	272	7	5	3	3	2	0	0	292	1361
17:45:00	18:00:00	183	10	7	5	3	4	0	0	212	1141

CONTEO VEHICULAR DÍA MARTES

HORA		***LIVIANOS***	***BUSES***	***PESADOS***						***TOTAL VEHICULOS POR CUARTO DE HORA***	***TOTAL VEHÍCULOS POR HORA***
				DOS EJES		***C-3***	***C-4***	***C-5***	***C-6***		
				C-2-P	***C-2-G***						
											
6:00:00	6:15:00	216	5	8	3	1	3	0	0	236	
6:15:00	6:30:00	215	5	7	3	2	2	0	0	234	
6:30:00	6:45:00	186	5	4	2	2	2	1	0	202	
6:45:00	7:00:00	345	5	5	2	2	2	0	0	361	1033
7:00:00	7:15:00	155	7	5	3	4	3	1	0	178	975
7:15:00	7:30:00	263	8	6	4	0	0	0	0	281	1022
7:30:00	7:45:00	230	8	4	2	0	0	0	0	244	1063
7:45:00	8:00:00	239	7	4	3	0	0	0	0	253	955
8:00:00	8:15:00	206	7	5	5	2	0	0	0	225	1003
8:15:00	8:30:00	305	9	4	4	3	2	0	0	327	1049
8:30:00	8:45:00	253	8	6	4	3	3	0	0	277	1083
8:45:00	9:00:00	202	8	5	5	4	3	0	0	227	1056
9:00:00	9:15:00	220	9	7	6	4	1	0	0	247	1078
9:15:00	9:30:00	249	7	6	5	4	2	0	0	273	1024
9:30:00	9:45:00	249	8	6	4	4	2	1	0	274	1020

9:45:00	10:00:00	342	9	3	5	4	3	1	0	367	1161
10:00:00	10:15:00	366	8	3	4	5	3	0	0	389	1302
10:15:00	10:30:00	211	7	5	3	3	2	0	0	231	1261
10:30:00	10:45:00	169	9	4	3	3	2	0	0	190	1177
10:45:00	11:00:00	169	8	6	3	2	2	0	0	190	1000
11:00:00	11:15:00	145	9	5	3	0	0	0	0	162	773
11:15:00	11:30:00	164	8	4	5	1	2	0	0	184	726
11:30:00	11:45:00	178	9	6	7	2	3	0	0	205	742
11:45:00	12:00:00	141	7	3	5	2	1	0	0	159	710
12:00:00	12:15:00	150	9	4	5	3	2	0	0	173	721
12:15:00	12:30:00	206	7	8	7	4	2	1	0	235	772
12:30:00	12:45:00	150	7	5	3	1	2	0	0	168	735
12:45:00	13:00:00	192	7	4	5	2	3	0	0	213	790
13:00:00	13:15:00	235	8	5	4	2	2	0	0	256	872
13:15:00	13:30:00	239	8	2	4	2	1	1	0	257	894
13:30:00	13:45:00	178	5	5	3	2	2	0	0	195	921
13:45	14:00	211	7	8	6	3	1	0	0	236	944
14:00:00	14:15:00	211	7	7	5	2	1	0	0	233	922
14:15:00	14:30:00	221	9	6	2	3	2	0	0	243	907
14:30:00	14:45:00	202	7	5	4	0	1	0	0	219	930
14:45:00	15:00:00	172	7	6	5	2	1	0	0	193	888
15:00:00	15:15:00	216	7	5	3	2	3	0	0	236	890
15:15:00	15:30:00	235	7	5	3	2	1	0	0	253	900
15:30:00	15:45:00	300	7	2	4	3	1	0	0	317	999
15:45:00	16:00:00	235	5	4	6	1	1	0	0	252	1057
16:00:00	16:15:00	263	8	7	3	2	1	0	0	284	1105
16:15:00	16:30:00	223	9	5	4	3	1	0	0	245	1097

16:45:00	17:00:00	272	8	3	3	4	1	0	0	291	1057
17:00:00	17:15:00	310	8	5	3	5	2	0	0	333	1106
17:15:00	17:30:00	258	8	7	2	2	1	0	0	278	1140
17:30:00	17:45:00	253	7	7	3	2	1	0	0	273	1175
17:45:00	18:00:00	277	7	3	7	2	1	0	0	297	1180

CONTEO VEHICULAR DÍA MIÉRCOLES

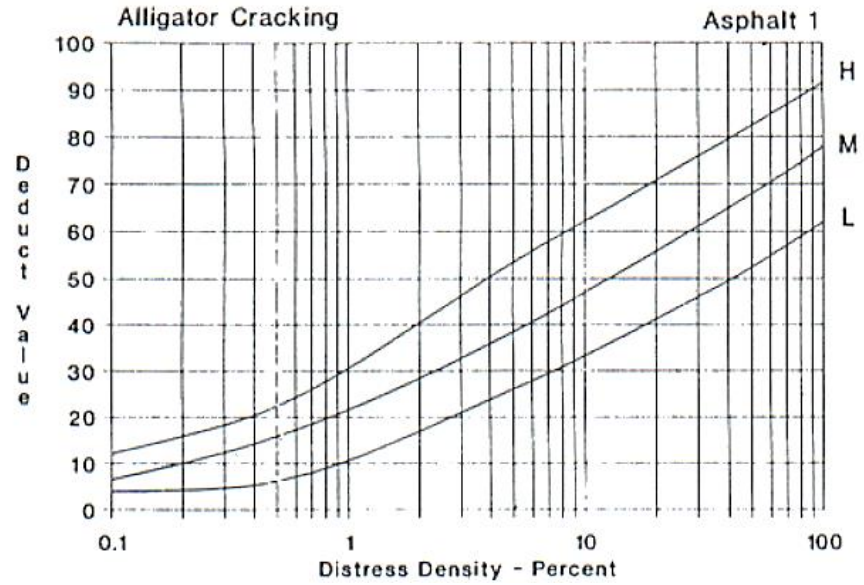
HORA		***LIVIANOS***	***BUSES***	***PESADOS***						***TOTAL VEHICULOS POR CUARTO DE HORA***	***TOTAL VEHÍCULOS POR HORA***
				DOS EJES		***C-3***	***C-4***	***C-5***	***C-6***		
				C-2-P	***C-2-G***						
											
6:00:00	6:15:00	208	5	5	3	2	1	0	0	224	
6:15:00	6:30:00	197	6	3	5	2	1	0	0	214	
6:30:00	6:45:00	222	6	5	3	3	1	1	0	241	
6:45:00	7:00:00	320	8	6	3	2	2	0	0	341	1021
7:00:00	7:15:00	286	7	4	5	2	2	0	0	306	1103
7:15:00	7:30:00	183	8	8	6	1	2	1	0	209	1098
7:30:00	7:45:00	216	8	4	6	2	2	1	0	239	1095
7:45:00	8:00:00	202	8	6	8	1	1	0	0	226	979
8:00:00	8:15:00	235	5	5	5	0	1	1	0	252	925
8:15:00	8:30:00	239	7	6	7	1	3	0	0	263	979
8:30:00	8:45:00	239	8	6	5	3	3	0	0	264	1005
8:45:00	9:00:00	295	7	8	5	2	2	0	0	319	1098
9:00:00	9:15:00	263	8	5	5	1	1	0	0	283	1129
9:15:00	9:30:00	263	6	4	5	2	1	1	0	282	1148
9:30	9:45	206	9	7	7	3	0	0	0	232	1116

9:45:00	10:00:00	249	6	9	6	3	3	0	0	276	1072
10:00:00	10:15:00	225	7	8	5	4	2	0	0	251	1041
10:15:00	10:30:00	225	9	4	7	2	2	0	0	249	1008
10:30:00	10:45:00	249	10	6	7	2	1	0	0	275	1050
10:45:00	11:00:00	258	9	7	3	2	0	0	0	279	1054
11:00:00	11:15:00	178	8	5	6	1	2	0	0	200	1003
11:15:00	11:30:00	136	8	5	5	2	2	1	0	159	913
11:30:00	11:45:00	188	9	4	4	4	1	1	0	211	849
11:45:00	12:00:00	183	6	4	3	3	3	0	0	202	772
12:00:00	12:15:00	169	7	6	4	2	3	0	0	191	762
12:15:00	12:30:00	220	7	7	3	4	1	0	0	242	846
12:30:00	12:45:00	164	9	8	5	3	2	0	0	191	826
12:45:00	13:00:00	136	8	7	7	3	2	0	0	163	787
13:00:00	13:15:00	150	9	6	3	2	1	0	0	171	768
13:15:00	13:30:00	159	7	5	5	1	1	0	0	178	704
13:30:00	13:45:00	113	5	5	7	2	1	0	0	133	645
13:45:00	14:00:00	192	8	4	3	1	2	0	0	210	692
14:00:00	14:15:00	197	6	6	5	3	1	0	0	218	739
14:15:00	14:30:00	155	8	5	5	3	2	0	0	178	739
14:30:00	14:45:00	216	8	5	3	3	1	0	0	236	842
14:45:00	15:00:00	164	8	5	4	3	3	0	0	187	818
15:00:00	15:15:00	211	7	4	6	2	1	1	0	232	832
15:15:00	15:30:00	164	6	6	5	3	3	0	0	187	842
15:30:00	15:45:00	145	9	9	6	2	0	0	0	171	777
15:45:00	16:00:00	263	8	5	2	3	3	0	0	284	874
16:00:00	16:15:00	216	9	5	4	1	2	0	0	237	879

16:15:00	16:30:00	272	9	5	4	2	1	1	0	294	986
16:45:00	17:00:00	267	8	5	4	1	2	0	0	287	1056
17:00:00	17:15:00	216	8	4	4	1	2	0	0	235	1054
17:15:00	17:30:00	220	6	7	4	1	2	0	0	240	1001
17:30:00	17:45:00	249	8	9	7	0	2	0	0	275	1037
17:45:00	18:00:00	174	8	3	3	1	3	0	0	192	941

a) PIEL DE COCODRILO

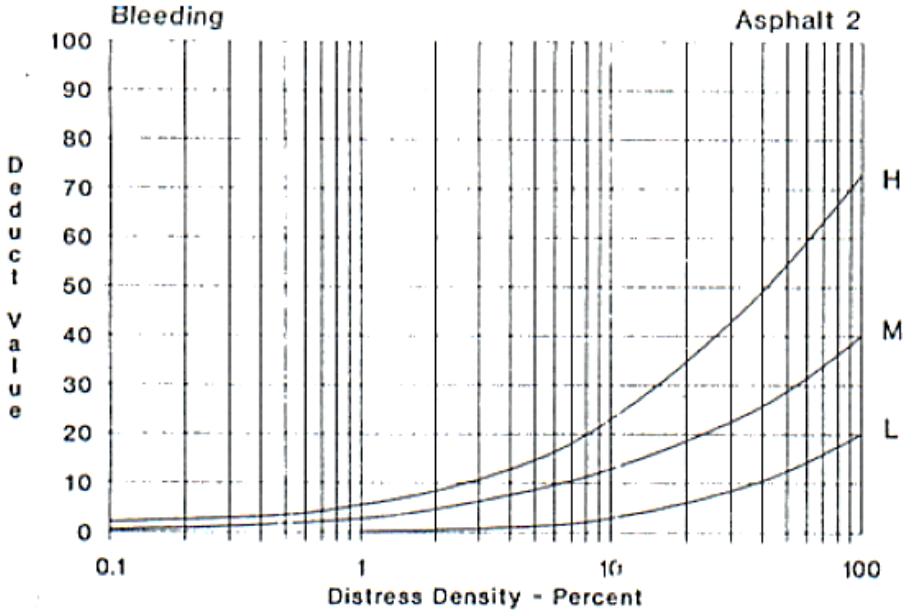
Gráfico N°37: *Valores deducidos para piel de cocodrilo*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

b) Exudación

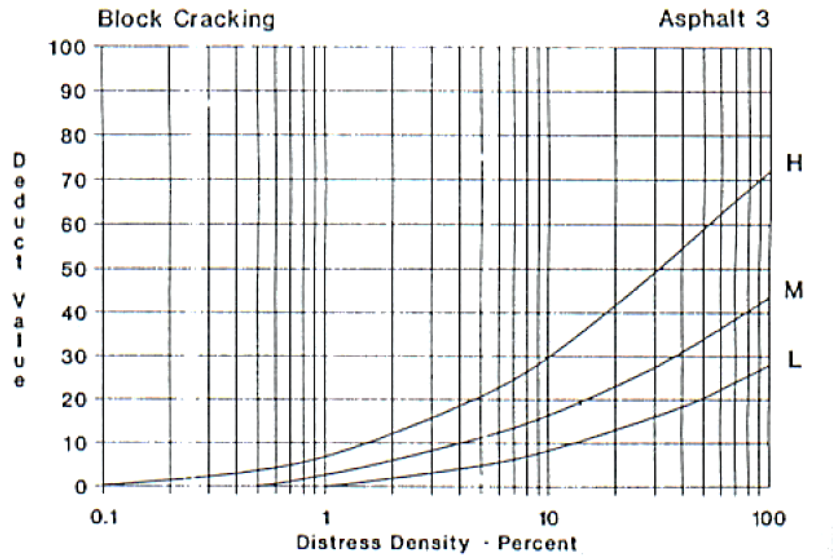
Gráfico N°38: *Valores deducidos para exudación*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

c) Agrietamiento en bloque

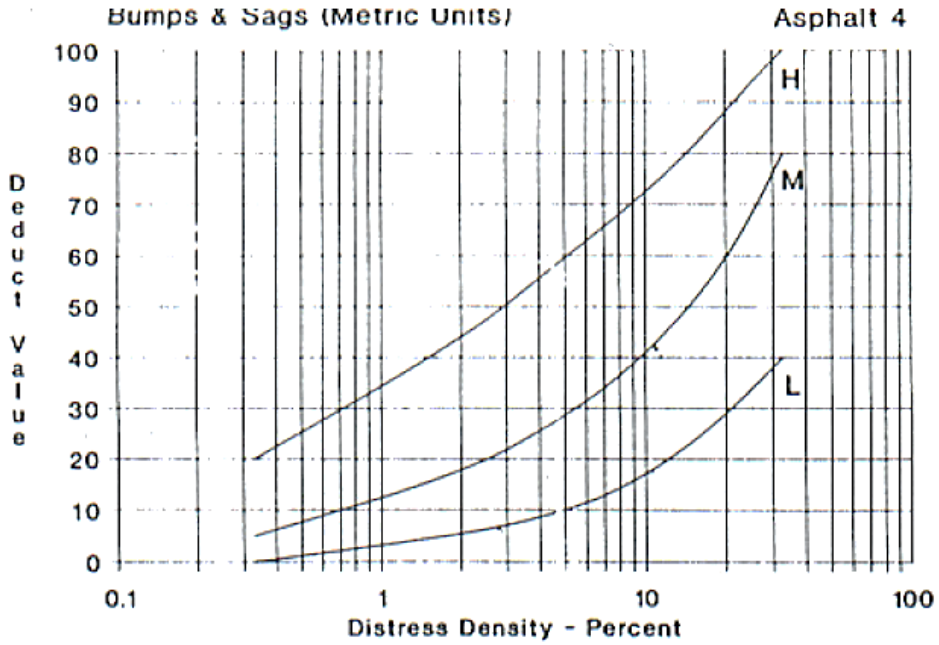
Gráfico N°39: *Valores deducidos para agrietamiento en bloque*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

d) Abultamientos y hundimientos

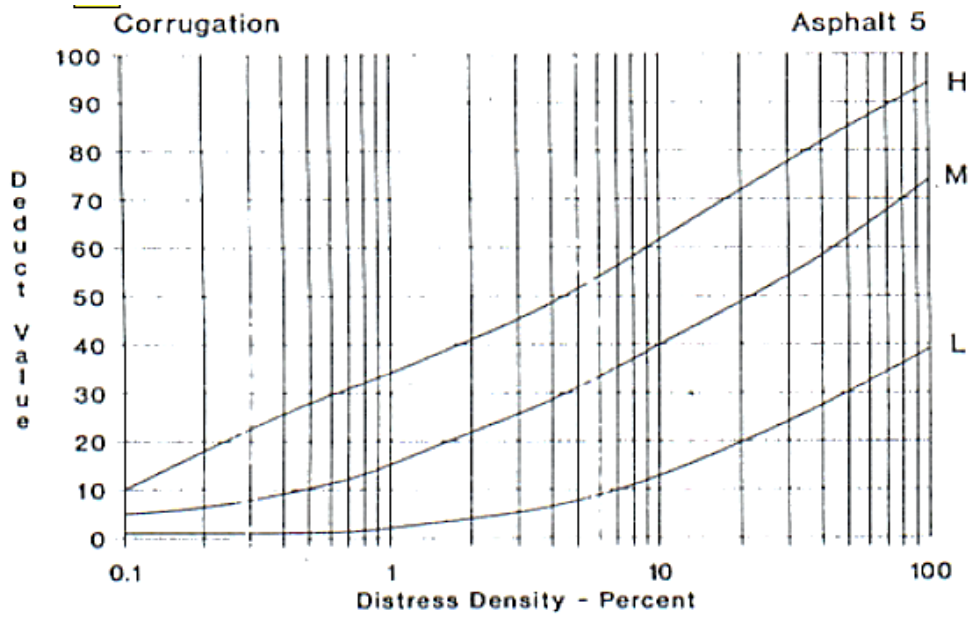
Gráfico N°40: *Valores deducidos para abultamientos y hundimientos*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

e) Corrugación

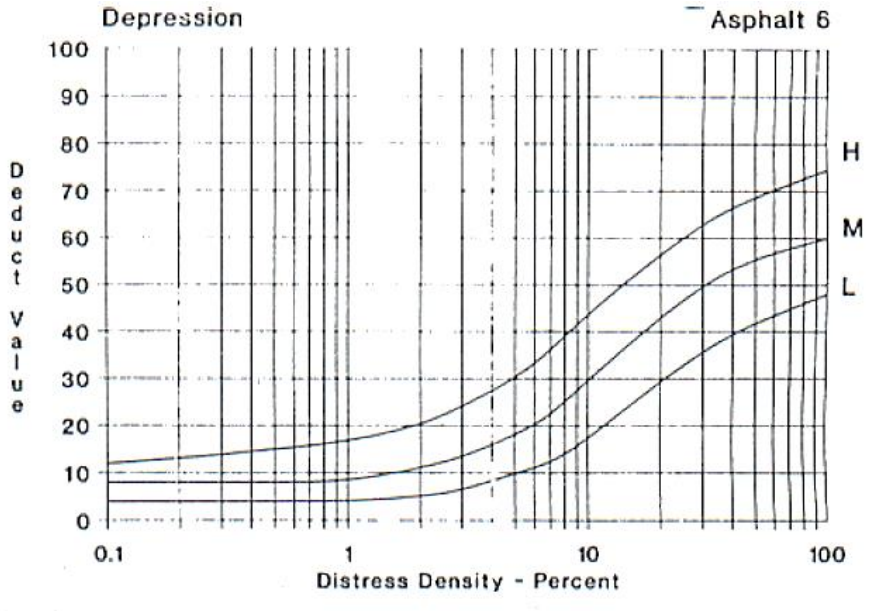
Gráfico N°41: *Valores deducidos para Corrugación*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

f) Depresión

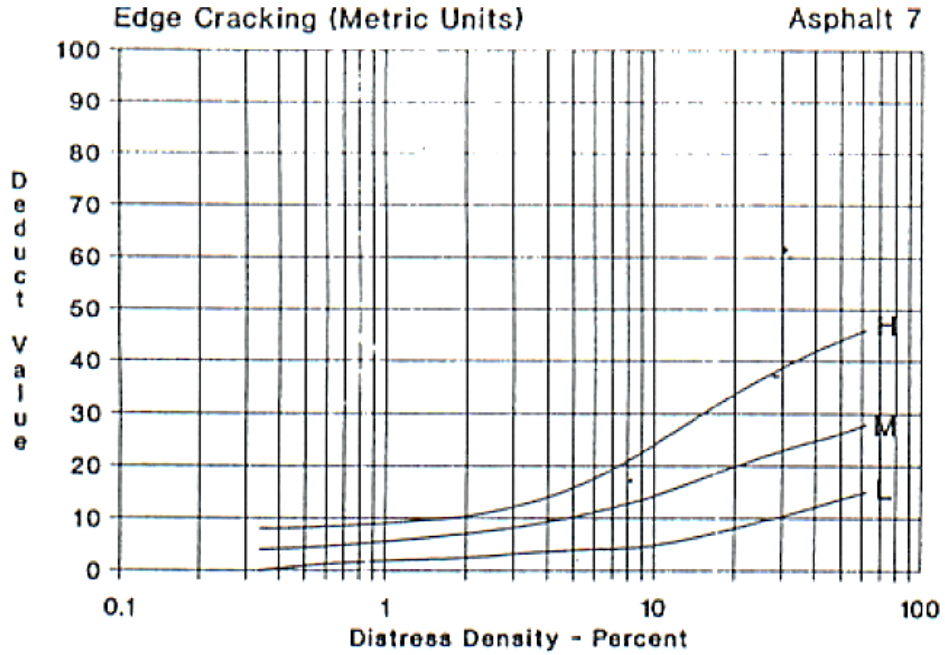
Gráfico N°42: *Valores deducidos para depresión*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

g) Grieta de borde

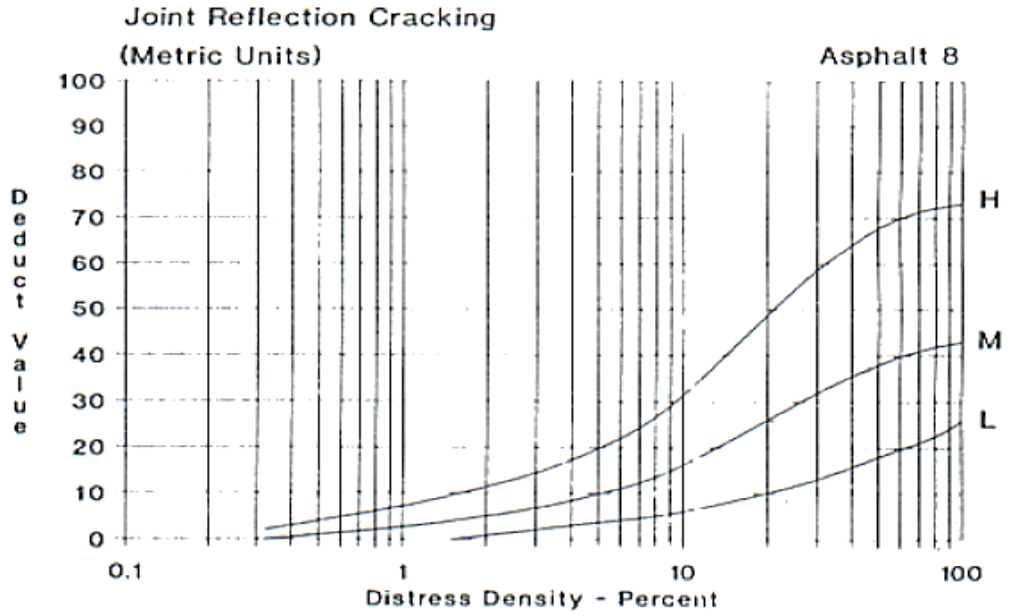
Gráfico N°43: *Valores deducidos para grita de bordes*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

h) Grieta de reflexión de junta

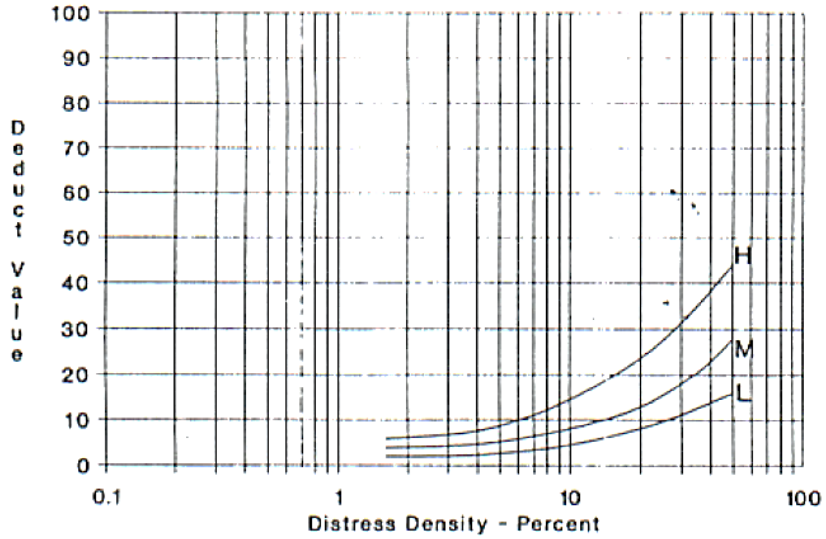
Gráfico N°44: *Valores deducidos para gritas de reflexión de junta*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

i) Desnivel carril/berma

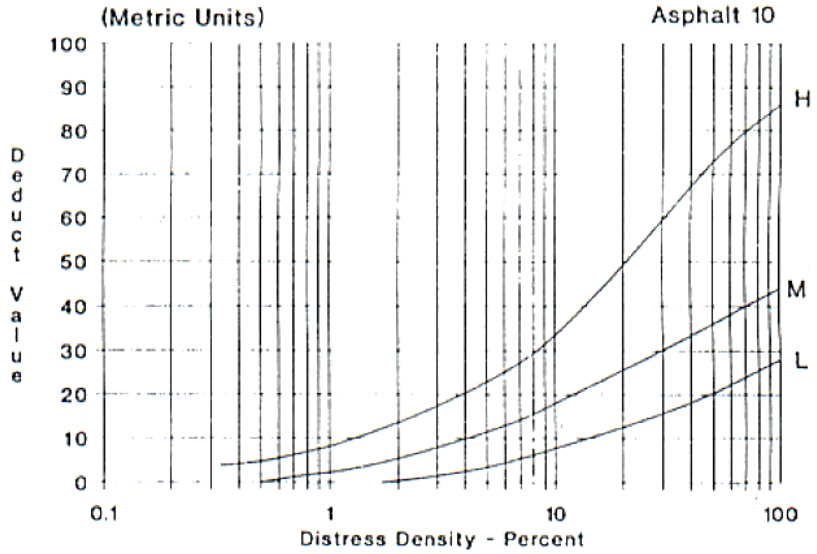
Gráfico N°45: *Valores deducidos para desnivel del carril/berma*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

j) Grietas longitudinales y transversales

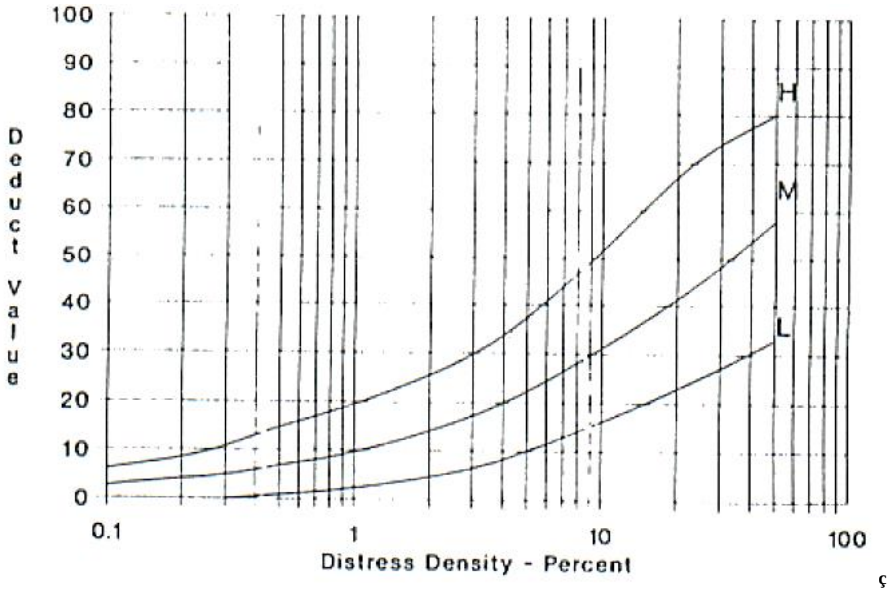
Gráfico N°46: *Valores deducidos para gritas longitudinales y transversales*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

k) Parcheo y acometidas de servicios públicos

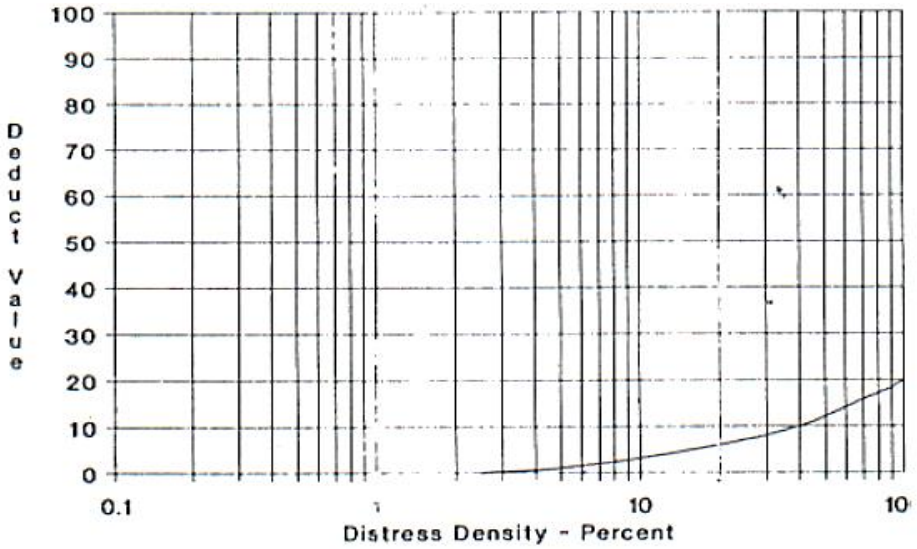
Gráfico N°47: *Valores deducidos para parcheo y acometidas de servicios públicos*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

l) Pulimiento de agregados

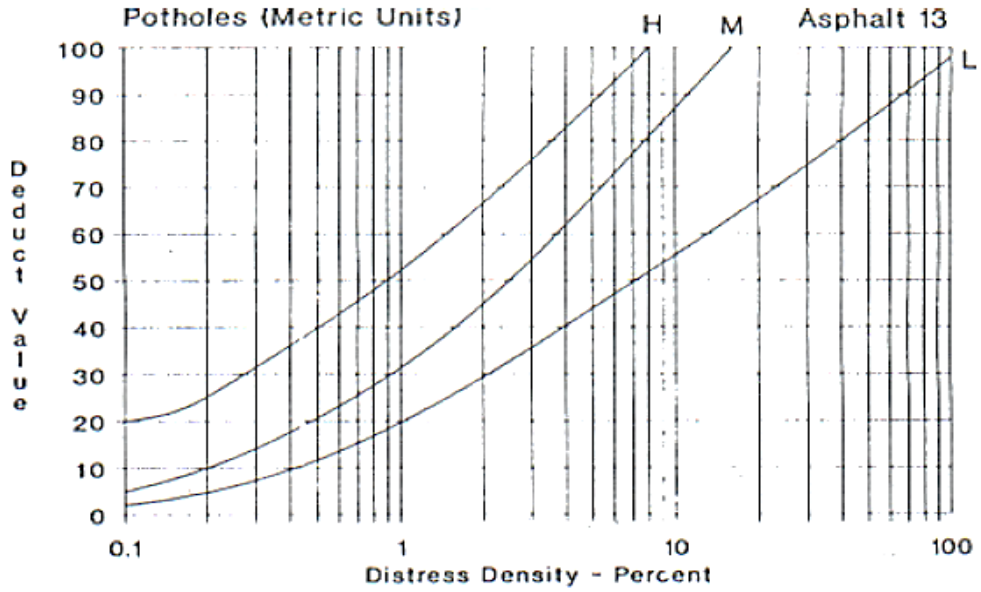
Gráfico N°48: *Valores deducidos para pulimiento de agregados*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

m) Huecos

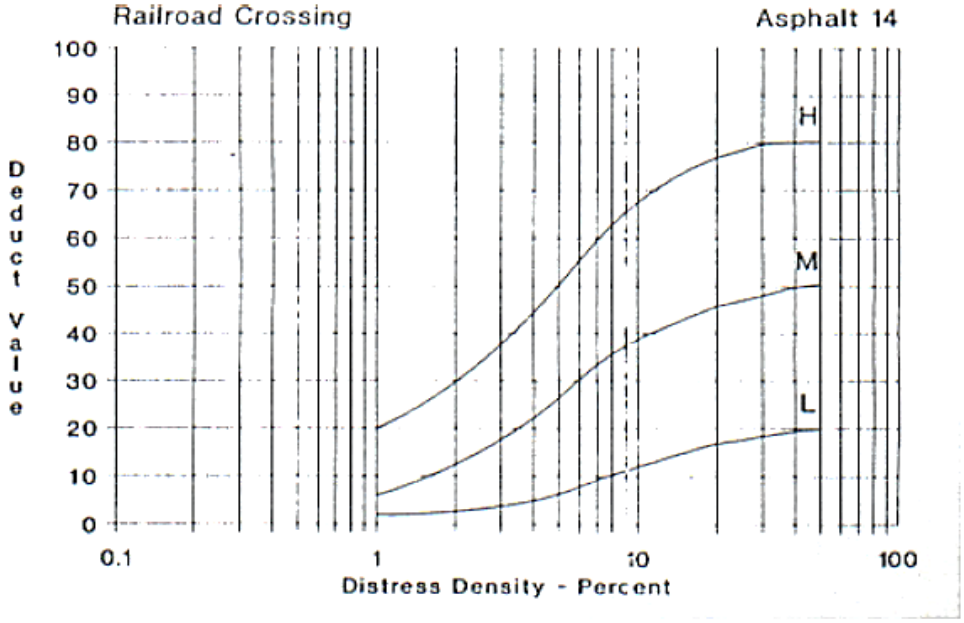
Gráfico N°49: *Valores deducidos para huecos*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

n) Cruce de vía férrea

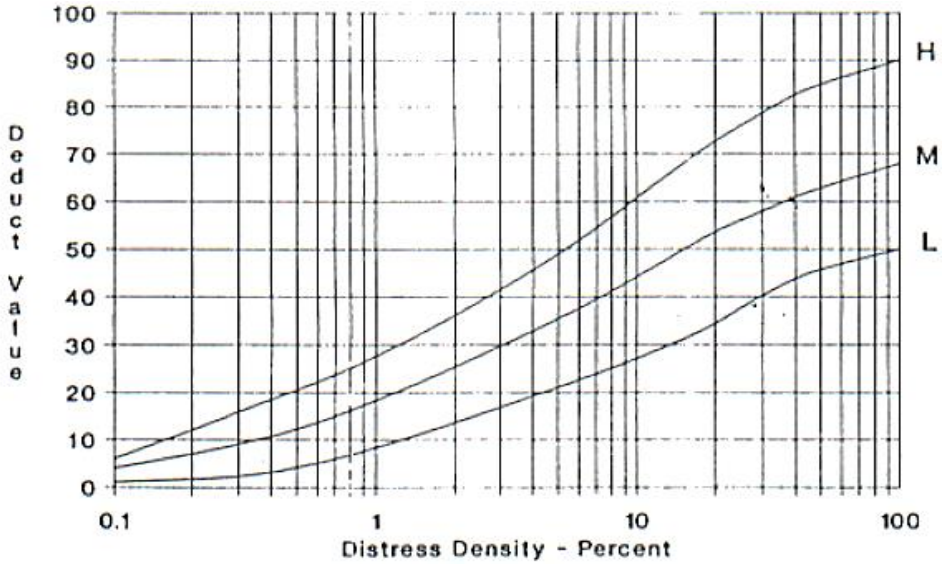
Gráfico N°50: *Valores deducidos para cruce de vía férrea*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

o) Ahuellamiento

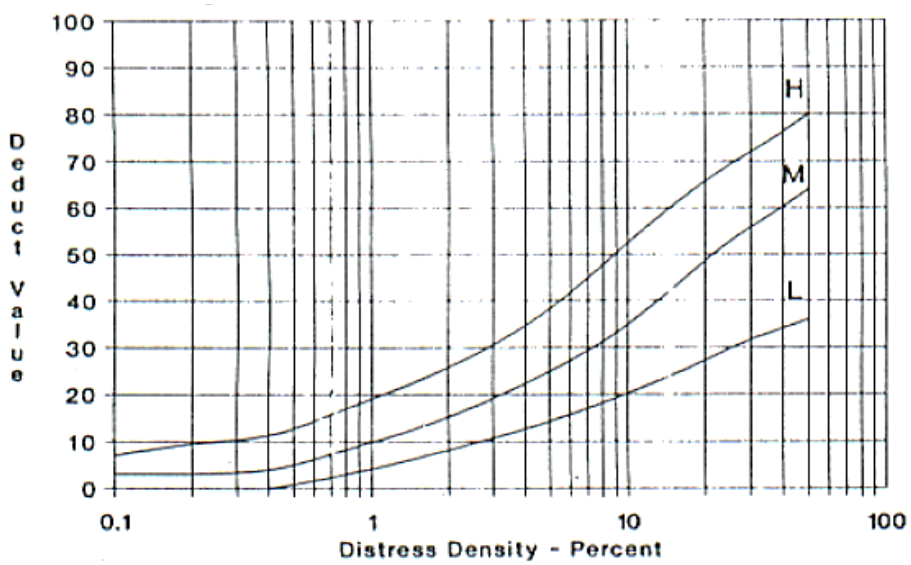
Gráfico N°51: *Valores deducidos para ahuellamiento*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

p) Desplazamiento

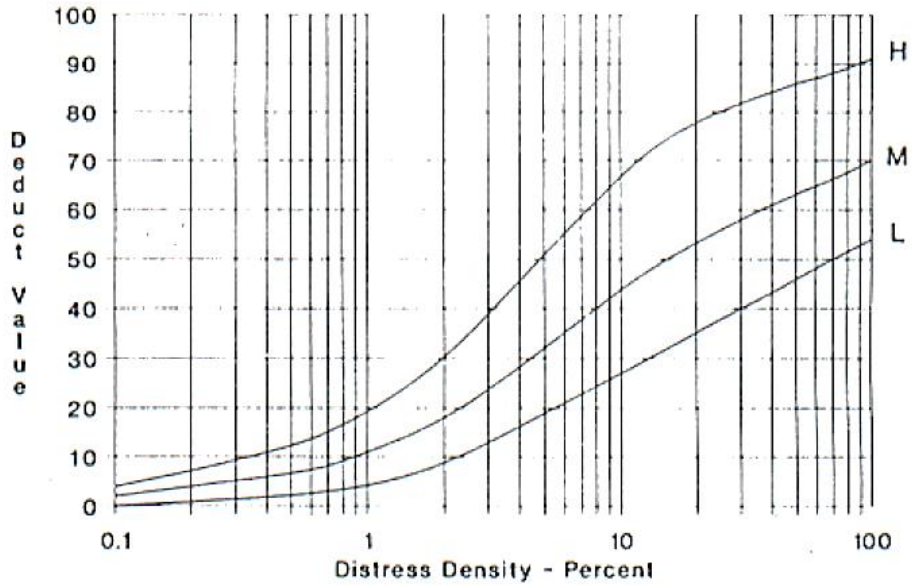
Gráfico N°52: *Valores deducidos para desplazamientos*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

q) Grietas parabólicas o por deslizamiento

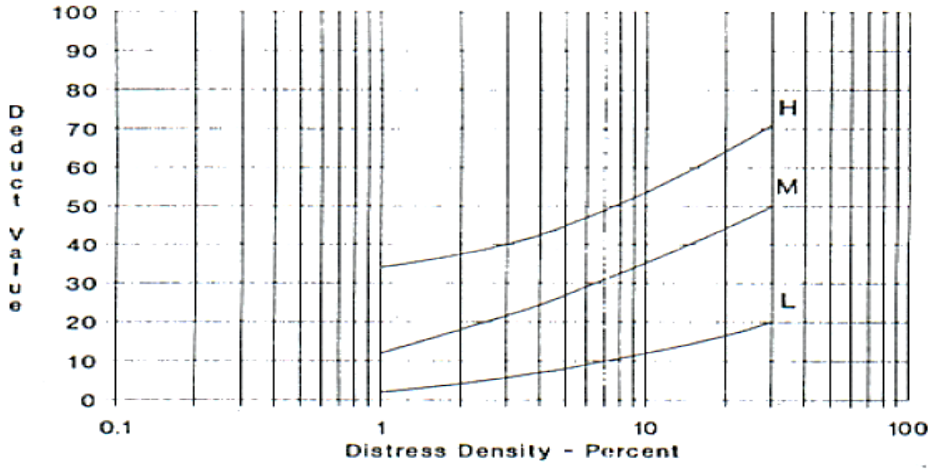
Gráfico N°53: *Valores deducidos para Grietas parabólicas o por deslizamiento*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

r) Hinchamiento

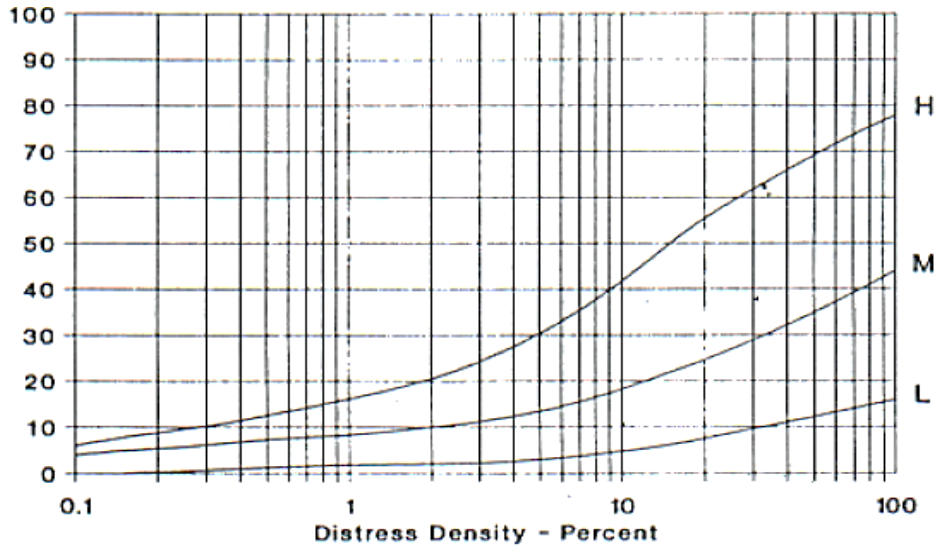
Gráfico N°54: *Valores deducidos para hinchamiento*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

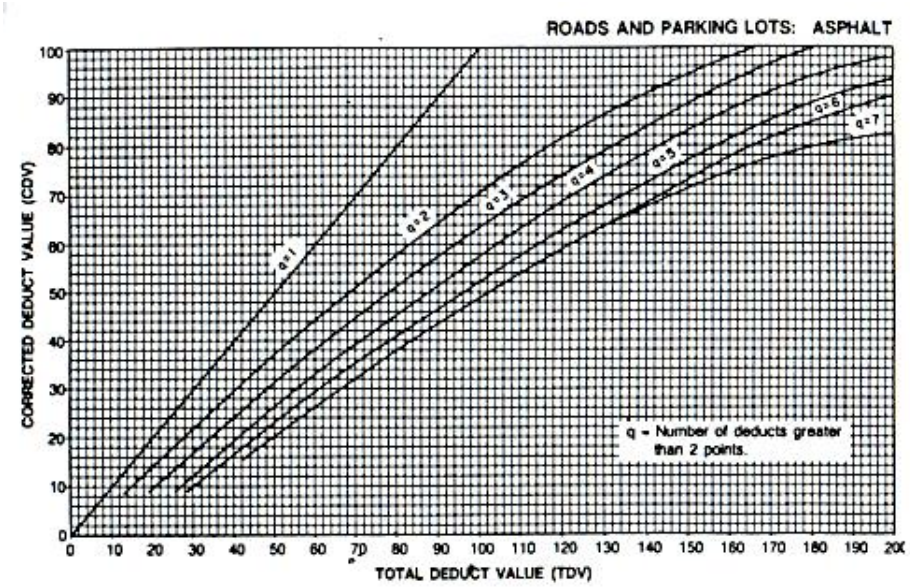
s) Meteorización/ desprendimiento de agregados.

Gráfico N°55: *Valores deducidos para meteorización / desprendimiento de agregados*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

Gráfico N°56: *Valores deducidos finales Nomograma para determinar el valor deducido corregido (CDV)*



Fuente: *Manual of Roads and Parking Lots de Shahin*

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	1
UNIDAD DE MUESTRA:	1
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	Km 0+000
ABSCISA FINAL	Km 0+032

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
1	M	24,9							24,9	10,641	49,00
10	M	1,8	3	2,3	3,6				10,7	4,573	10,00
13	B	1							1	0,427	11,00
3	M	31,5	42						73,5	31,410	29,00
17	M	0,305							0,305	0,130	0,10
									Valor Total de Deducción (VTD)		99,1

Número de Deducidos > 2(q):	5
Mayor Valor Deducido (HDVi):	49,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	5,68

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	49	29	11	10	0,1				99,1	5	52
2	49	29	11	2	0,1				91,1	4	51
3	49	29	2	2	0,1				82,1	3	51
4	49	2	2	2	0,1				55,1	2	41
5	2	2	2	2	0,1				8,1	1	8
									Max (VDC)		**52**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =48 REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	1
UNIDAD DE MUESTRA:	2
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	km 0+256
ABSCISA FINAL	km 0+288

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
1	M	28,05	10,25						38,3	16,368	51,00
10	M	1,9	0,3						2,2	0,940	0,20
3	M	14,56	10,92						25,48	10,889	19,00
									Valor Total de Deducción (VTD)		70,2

Número de Deducidos > 2(q):	3
Mayor Valor Deducido (HDVi):	51,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	5,50

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	51	19	0,2						70,2	3	**52**
2	51	2	0,2						53,2	2	**39**
3	2	2	0,2						4,2	1	**4,2**
									Max (VDC)		**52**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= 48 REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	1
UNIDAD DE MUESTRA:	3
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	km 0+512
ABSCISA FINAL	km 0+544

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vÍa férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
1	M	2,94							2,94	1,256	21,00
10	M	0,9	2,1	2,2					5,2	2,222	0,60
13	M	1							1	0,427	19,00
11	M	0,93							0,93	0,397	0,50
									Valor Total de Deducción (VTD)		41,1

Número de Deducidos > 2(q):	4
Mayor Valor Deducido (HDVi):	21,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	8,26

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	21	19	0,6	0,5					41,1	3	**51**
2	21	2	0,6	0,5					24,1	2	**17**
3	2	2	0,5	0,5					5	1	**5**
									Max (VDC)		**51**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =49 REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI		
NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz	**ESQUEMA**
TRAMO:	1	
SECCIÓN TRAMO:	1	
UNIDAD DE MUESTRA:	4	
ÁREA DE MUESTRA m2:	234	
ABSCISA INICIAL	km 0+768	
ABSCISA FINAL	km 0+800	

TIPOS DE DAÑOS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
13	M	1							1	0,427	19,0
3	M	42,28	4						46,28	19,778	21,0
10	M	35	2,1						37,1	15,855	21,0
									Valor Total de Deducción (VTD)		61,0
Número de Deducidos > 2(q):				3							
Mayor Valor Deducido (HDVi):				21,00							
Número Admisible de Deducidos (mi):				8,26							

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	21	21	19						61	3	54
2	21	21	2						44	2	33
3	2	2	2						6	1	6
									Max (VDC)		**54**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= 46 REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	1
UNIDAD DE MUESTRA:	5
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	km 1+024
ABSCISA FINAL	km 1+056

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
1	M	1,33	6,3						7,63	3,261	31,0
10	M	1,8							1,8	0,769	0,1
11	M	2,16							2,16	0,923	9,0
									Valor Total de Deducción (VTD)		40,1

Número de Deducidos > 2(q):	3
Mayor Valor Deducido (HDVi):	31,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	7,34

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	31	9	0,1						40,1	3	51
2	31	2	0,1						33,1	2	24
3	2	2	0,1						4,1	1	4,1
									Max (VDC)		**51**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =49 REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI		
NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz	**ESQUEMA**
TRAMO:	1	
SECCIÓN TRAMO:	1	
UNIDAD DE MUESTRA:	6	
ÁREA DE MUESTRA m2:	234	
ABSCISA INICIAL	km 1+280	
ABSCISA FINAL	km 1+312	

TIPOS DE DAÑOS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
3	M	15	8,1	9,86					32,96	14,085	20,0
13	M	1							1	0,427	19,0
									Valor Total de Deducción (VTD)		39,0

Número de Deducidos > 2(q):	2
Mayor Valor Deducido (HDVi):	20,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	8,35

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	20	19							39	2	53
2	2	2							4	1	4
									Max (VDC)		**53**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =47 REGULAR

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	2
UNIDAD DE MUESTRA:	7
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	km 1+536
ABSCISA FINAL	km 1+568

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
1	M	7	31,5						38,5	16,453	51,0
10	M	3,9	1,8	3					8,7	3,718	9,0

Valor Total de Deducción (VTD)	60,0

Número de Deducidos > 2(q):	2
Mayor Valor Deducido (HDVi):	50,00
Número Admisuble de Deducidos (mi):	5,59

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	50	9							59	2	43
2	2	2							4	1	4
									Max (VDC)		**43**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =57 BUENO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	2
UNIDAD DE MUESTRA:	8
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	km 1+792
ABSCISA FINAL	km 1+824

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vías férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	**SEVERIDAD**	**CANTIDAD**							**TOTAL**	**DENSIDAD**	**VALOR REDUCIDO**
1	M	25,2							25,2	10,769	48,0
13	M	2							2	0,855	29,0
									Valor Total de Deducción (VTD)		77,0

Número de Deducidos > 2(q):	2
Mayor Valor Deducido (HDVi):	66,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	4,12

CÁLCULO DEL PCI

No.	**Valores Deducidos**								**Total**	**mi**	**VDC**
1	48	29							77	3	44
2	2	2							4	2	4
									Max (VDC)		**44**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =56 BUENO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	2
UNIDAD DE MUESTRA:	9
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	km 2+048
ABSCISA FINAL	km 2+080

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
13	M	2							2	0,855	29,0
11	M	4,8							4,8	2,051	15,0
1	M	31							31	13,248	50,0
									Valor Total de Deducción (VTD)		94,0

Número de Deducidos > 2(q):	3
Mayor Valor Deducido (HDVi):	50,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	5,59

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	50	29	15						94	3	45
2	50	29	2						81	2	39
3	2	2	2						6	1	6
									Max (VDC)		**45**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =55 BUENO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	2
UNIDAD DE MUESTRA:	10
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	km 2+304
ABSCISA FINAL	km 2+336

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vÍa ferrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	**SEVERIDAD**	**CANTIDAD**							**TOTAL**	**DENSIDAD**	**VALOR REDUCIDO**
1	M	17,5							17,5	7,479	41,0
13	M	1							1	0,427	19
3	M	11							11	4,701	10
11	M	3,3							3,3	1,410	10
									Valor Total de Deducción (VTD)		80,0

Número de Deducidos > 2(q):	4
Mayor Valor Deducido (HDVi):	41,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	6,42

CÁLCULO DEL PCI

No.	**Valores Deducidos**								**Total**	**mi**	**VDC**
1	41	19	10	10					80	4	46
2	41	19	10	2					72	3	46
3	41	19	2	2					64	2	46
4	2	2	2	2					8	1	8
									Max (VDC)		**46**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =54 BUENO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI		
NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz	**ESQUEMA**
TRAMO:	1	
SECCIÓN TRAMO:	2	
UNIDAD DE MUESTRA:	11	
ÁREA DE MUESTRA m2:	234	
ABSCISA INICIAL	km 2+560	
ABSCISA FINAL	km 2+592	

TIPOS DE DAÑOS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
11	M	18,29							18,29	7,816	28,0
10	M	7,1							7,1	3,034	9
									Valor Total de Deducción (VTD)		37,0

Número de Deducidos > 2(q):	2
Mayor Valor Deducido (HDVi):	28,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	7,61

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	28	9							37	2	26
2	2	2							4	1	4
									Max (VDC)		**26**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =74 BUENO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI		
NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz	**ESQUEMA**
TRAMO:	1	
SECCIÓN TRAMO:	2	
UNIDAD DE MUESTRA:	12	
ÁREA DE MUESTRA m2:	234	
ABSCISA INICIAL	km 2+816	
ABSCISA FINAL	km 2+848	

TIPOS DE DAÑOS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
1	M	6,6							6,6	2,821	30,0
1	B	5							5	2,137	19
10	B	2,65							2,65	1,132	2
									Valor Total de Deducción (VTD)		51,0

Número de Deducidos > 2(q):	3
Mayor Valor Deducido (HDVi):	30,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	7,43

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	30	19	2						51	3	33
2	30	2	2						34	2	25
3	2	2	2						6	1	6
									Max (VDC)		**33**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI= =67 BUENO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI

NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz
TRAMO:	1
SECCIÓN TRAMO:	2
UNIDAD DE MUESTRA:	13
ÁREA DE MUESTRA m2:	234
ABSCISA INICIAL	km 2+880
ABSCISA FINAL	km 2+912

ESQUEMA

TIPOS DE DAÑOS

1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
1	M	5,6							5,6	2,393	29,0
10	B	1,6							1,6	0,684	1
1	B	4,8							4,8	2,051	19
								Valor Total de Deducción (VTD)			49,0

Número de Deducidos > 2(q):	3
Mayor Valor Deducido (HDVi):	29,00
Número Admisible de Deducidos (mi):	7,52

CÁLCULO DEL PCI

No.	Valores Deducidos								Total	mi	VDC
1	39	19	1						59	3	38
2	39	2	1						42	2	31
3	2	2	1						5	1	5
									Max (VDC)		**38**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI =61 BUENO

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI		
NOMBRE LA VÍA:	Vía Manuelita Sáenz	**ESQUEMA**
TRAMO:	1	
SECCIÓN TRAMO:	2	
UNIDAD DE MUESTRA:	14	
ÁREA DE MUESTRA m2:	234	
ABSCISA INICIAL	km 2+962	
ABSCISA FINAL	km 3+000	

TIPOS DE DAÑOS			
1. Piel de cocodrilo (m2)	6. Depresión (m2)	11. Parcheo (m2)	16. Desplazamiento (m2)
2. Exudación (m2)	7. Fisura de borde (m)	12. Pulimento de agregados (m2)	17. Grieta parabólica (m2)
3. Fisuras en bloque (m2)	8. Fisura de reflexión de junta (m)	13. Huecos (cantidad)	18. Hinchamiento (m2)
4. Abultamientos y hundimientos (m)	9. Desnivel/carril/berma (m)	14. Cruce de vía férrea (m2)	19. Desprendimiento de agregados (m2)
5. Corrugaciones (m2)	10. Fisuras longitudinales y transversal (m)	15. Ahuellamiento m2)	

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD	VALOR REDUCIDO
11	M	0,21							0,21	0,090	1,0
1	M	2,3	9,2						11,5	4,915	39
									Valor Total de Deducción (VTD)		40,0
Número de Deducidos > 2(q):					2						
Mayor Valor Deducido (HDVi):					39,00						
Número Admisible de Deducidos (mi):					6,60						

CÁLCULO DEL PCI											
No.	**Valores Deducidos**								**Total**	**mi**	**VDC**
1	39	1							40	2	32
2	2	1							3	1	3
									Max (VDC)		**32**

PCI=100-Máx (VDC)
PCI=68 BUENO

Anexo 3: Criterios de evaluación estructural del pavimento

Dentro de la metodología de la Viga Benkelman existen valores característicos de deflexiones en el pavimento, como las deflexiones medidas en los ensayos (Do) y la rigidez relativa (Lo) entre un pavimento y su Subrasante, los cuales se pueden utilizar para establecer relaciones cualitativas entre las características de la curva de deflexiones y el sistema pavimento-subrasante.

De acuerdo a los tipos de deflexiones antes mostrados se obtendrán el siguiente análisis:

***Tabla N°47**: Tipos de deflexiones*

Tipo de deflexión	Comportamiento de la Subrasante	Comportamiento del Pavimento
Tipo I	Bueno D<Da	Bueno Ro>100
Tipo II	Malo D>Da	Bueno Ro>100
Tipo III	Bueno D<Da	Malo Ro<100
Tipo IV	Malo D>Da	Malo Ro<100

***Fuente:** Método CONREVIAL*

Estos diferentes tipos de modelos de deformación se interpretan de la siguiente manera:

- **Tipo I:** Estos modelos de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura mediana y una deflexión pequeña. Esto debido a que presentan un pavimento con sus capas en regular estado de deterioro, además de una subrasante que posee materiales que cumplen con la calidad solicitada.

- **Tipo II:** Estos modelos de deformación poseen un mal comportamiento estructural de subrasante y un buen comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura mediana y una deflexión grande. Esto debido a que presentan un pavimento con sus capas en regular estado de deterioro, Pero una subrasante que posee materiales que no cumplen con la calidad solicitada.
- **Tipo III:** Estos modelos de deformación poseen un buen comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura pequeño y una deflexión pequeña. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o un alto grado de deterioro de dichas capas, las cuales ya no cumplen con los estándares de calidad solicitados (en granulometría, compactación, CBR, etc.). ·
- **Tipo IV:** Estos modelos de deformación poseen un mal comportamiento estructural de subrasante y un mal comportamiento estructural del pavimento, ya que presentan un radio de curvatura pequeño y una deflexión grande. Esto debido a un espesor de las capas del pavimento insuficientes o un alto grado de deterioro de dichas capas, además de una subrasante que posee materiales inadecuados con un bajo CBR, así como deficiencia en el grado de compactación y/o mal drenaje.

Anexo 4: Estudio de suelos

Granulometrías para las capas que conforman la estructura del pavimento

Tabla N°48: *Granulometría para las Sub-Bases*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
11/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
N° 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
N° 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
N° 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Fuente: *MOP 2002, Sección 403-1.1*

Tabla N°49: *Granulometría para las Bases: clase 1*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
11/2" (38,1mm.)	70 - 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100
3/4"(19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 - 60	45 - 75
N° 4 (4.76 mm.)	25 - 50	30 - 60
N° 10 (2.00 mm.)	20 - 40	20 - 50
N° 40 (0.425 mm.)	10 - 25	10 - 25
N° 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

Fuente: *MOP 2002, Sección 404-1.1*

Tabla N°50: *Granulometría para las Bases: clase 2*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4"(19.0 mm.)	70 - 100
3/8"(9.5 mm.)	50 - 80
N° 4 (4.76 mm.)	35 - 65
N° 10 (2.00 mm.)	25 - 50
N° 40 (0.425 mm.)	15 - 30
N° 200 (0.075 mm.)	3 - 15

Fuente: MOP 2002, Sección 404-1.2

Tabla N°51: *Granulometría para las Bases: clase 3*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4"(19.0 mm.)	100
N° 4 (4.76 mm.)	45 - 80
N° 10 (2.00 mm.)	30 - 60
N° 40 (0.425 mm.)	20 - 35
N° 200 (0.075 mm.)	3 - 15

Fuente: *MOP 2002, Sección 404-1.3*

Tabla N°52: *Granulometría para las Bases: clase 4*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
N° 4 (4.76 mm.)	20 - 50
N° 200 (0.075 mm.)	0 - 15

Fuente: *MOP 2002, Sección 404-1.4*

Tabla N° 53*: Clasificación del Suelo*

CBR	Clasificación	
0-5	Muy mala	Sub-rasante
5-7	Mala	
7-20	Regular – buena	
21-30	Muy buena	
31-50	Sub – base buena	
51-80	Base buena	

Fuente*: "Guía Técnica de suelos", Mantilla Francisco*

Ensayos realizados

a) Granulometría
b) Límites de Atterberg
c) Próctor Modificado
d) CBR

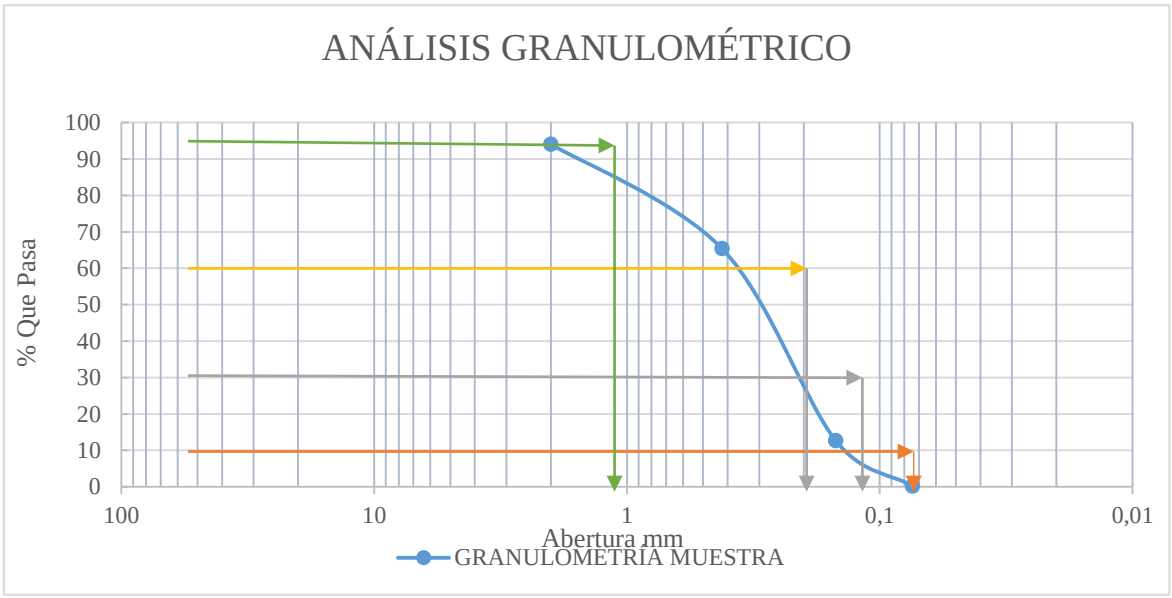
Tabla N°54: *Ensayo Granulométrico*

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas			**Abscisa:** Km 1+500	**Capa:** Suelo de Fundación
Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70				
TAMIZ	**P. RETEN. ACU. (gr)**	**% ACUMULADO RETENIDO**	**% QUE PASA**	**ABERTURA (mm)**
2"	0	0,00	100,00	50,8
1 1/2"	0	0,00	100,00	38,1
1"	0	0,00	100,00	25,4
3/4"	101,7	1,47	98,53	19,1
1/2"	141,2	2,04	97,96	12,7
3/8"	245,7	3,55	96,45	9,52
# 4	527,6	7,62	92,38	4,76
FUENTE	6393	92,38	-	-
Total	**6921**	-	-	
# 10	95,7	5,96	94,04	2
# 40	556,6	34,66	65,34	0,42
# 100	1403,3	87,39	12,61	0,149
# 200	1602,6	99,81	0,19	0,074
FONDO	3,1	0,19	-	-
Total	**1605,7**			

Parámetros de la granulometría	
Peso del Cuarteo (gr)	1605,70
Tamaño nominal máximo TNM (mm)	2,00
Diámetro efectivo D10 (mm)	0,15
Diámetro equiparable D30 (mm)	0,21
Diámetro dimensional D60 (mm)	0,29
Coeficiente de uniformidad Cu	1,93
Coeficiente de curvatura Cc	1,01



Fuente*: Elaboración propia*

Tabla N°55: *Ensayo Límites Atterberg*

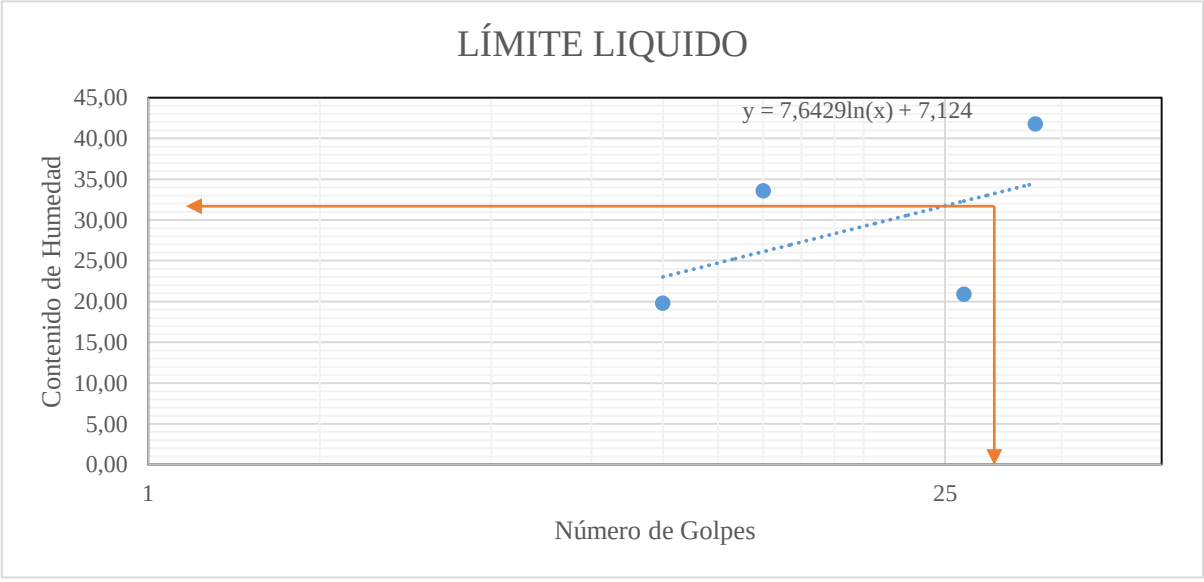
Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Tobar	**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Suelo de Fundación

Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691

Determinación Límite Líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	60	73	62	41	72	28	69	1
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr	30,1	29,8	25,3	24,2	29,7	26,6	28,9	26,4
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	27,4	26,3	21,8	20,8	25,3	25,4	23,4	22,3
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	10,9	11,2	11	11	12,1	11,2	11,5	11,3
Peso del agua (Ww) gr	2,7	3,5	3,5	3,4	4,4	1,2	5,5	4,1
Peso de los sólidos (Ws) gr	16,5	15,1	10,8	9,8	13,2	14,2	11,9	11
Contenido de humedad (ω%)	16,36	23,17	32,40	34,69	33,33	8,45	46,21	37,27
Contenido de humedad promedio	19,77		33,55		20,89		41,75	
Número de golpes	8		12		27		36	
Límite Líquido	32							



Determinación del Límite Plástico

Recipiente número		1	5	14	8	7	1
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,4	11,8	12	12,3	11,6	11,3
Peso del recip, + suelo seco (Ws + Wrecip,)	gr	11,3	11,6	11,8	12	11,2	11,1
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,7	10,7	10,6	10,6	10,5
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,7	1,1	1,3	1,7	1	0,8
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,6	0,9	1,1	1,4	0,6	0,6
Contenido de humedad w%	%	16,67	22,22	18,18	21,43	66,67	33,33
Contenido de humedad promedio w%	%	29,75					
Limite plástico	%	29,75					
Índice plástico	%	2,25					

Fuente*: Elaboración propia*

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz Km 0+000 al Km 3+000								
Realizo: Xavier Salinas							**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Suelo Fundación
Norma: AASHTO T-180								
Especificaciones del Ensayo								
Número de Golpes: 56		**Número de capas**: 5			**Peso del Martillo (lb):**	10		
Altura de Caida (in): 18		**Peso Molde (gr):**	15280,00		**Volumen molde (cm3):**	2493,17		
Energía de Compactación: 55986 lb*pie /pie^3								
Ensayo Número	1		2		3		4	
Peso inicial deseado gr	6000,00		6000,00		6000,00		6000,00	
Hum inicial estimada %	3,00		6,00		9,00		12,00	
P molde + suelo húmedo(gr)	19289,00		19436,00		19890,00		19953,00	
Peso suelo húmedo wm	4009,00		4156,00		4610,00		4673,00	
Peso unitario húmedo ym	1,61		1,67		1,85		1,87	
Contenido de Humedad								
Recipiente #	37	86	30	41	61	57	40	61
Rec+ suelo huemdo (gr)	84,20	96,60	103,90	96,30	85,40	103,50	92,40	104,60
Rec+ suelo seco (gr)	80,40	92,00	96,70	90,20	81,80	96,10	84,30	85,00
Peso agua (gr)	3,80	4,60	7,20	6,10	3,60	7,40	8,10	19,60
Peso recipiente (gr)	26,00	31,20	24,20	31,10	30,20	31,00	24,10	30,20
Peso suelo seco (gr)	54,40	60,80	72,50	59,10	51,60	65,10	60,20	54,80
Cont humedad w%	6,99	7,57	9,93	10,32	6,98	11,37	13,46	35,77
Contenido promedio w%	7,276		10,126		9,172		24,611	
Densidad seca γd	1,499		1,514		1,694		1,504	
Densidad maxima γmax	1,64							
Humedad optima %	15							

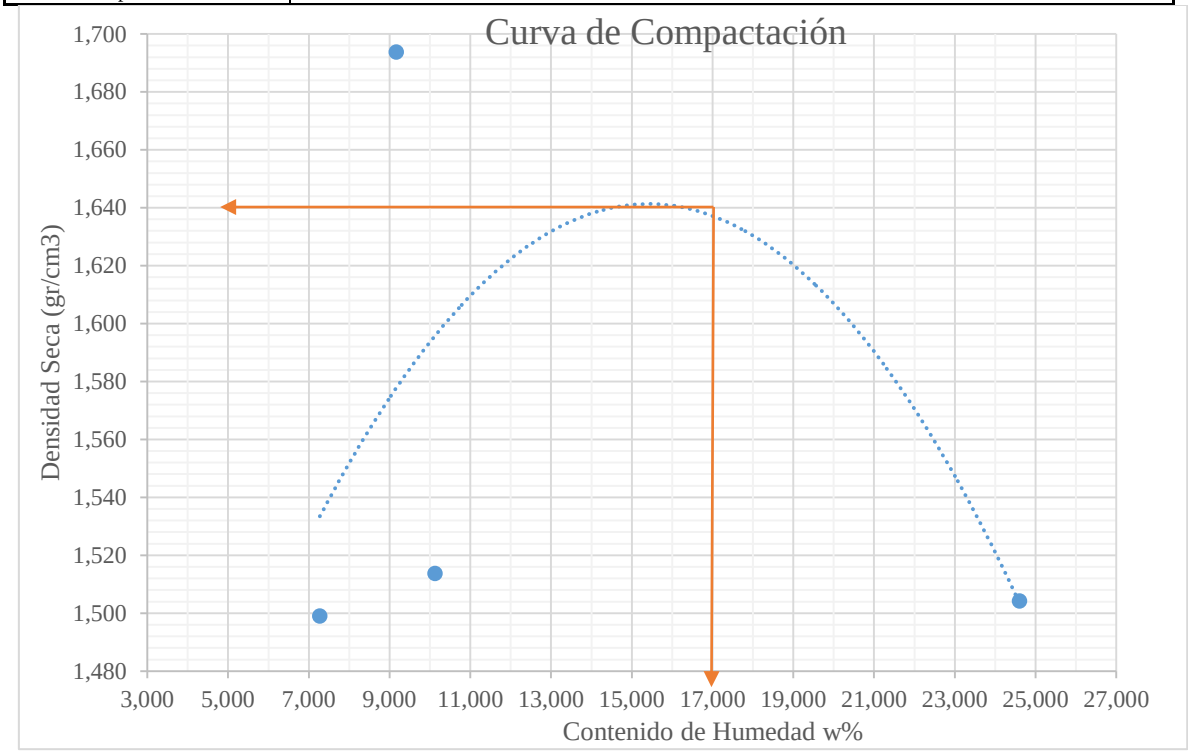


Tabla N°56: *Ensayo Contenido de Humedad CBR*

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz Km 0+000 al Km 3+000							
Realizo: Xavier Salinas					**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Suelo de Fundación	
Norma: AASHTO T-99							
1. Determinación de la Densidad Húmeda de la Muestra							
Datos	**Unidad**	**56 Golpes**		**27 Golpes**		**11 Golpes**	
Peso del molde + suelo	gr	20078,00		20764,00		19661,00	
Peso del molde	gr	15525,00		16466,00		15280,00	
Peso masa del suelo (Wm)	gr	4553,00		4298,00		4381,00	
2. Determinación del Contenido de Humedad							
Diámetro	cm	15,80		15,80		16,00	
Altura	cm	12,10		12,40		12,10	
Volumen de la Masa (Vm)	cm3	2372,41		2431,23		2432,85	
3.Determinación del Contenido de Humedad							
Recipiente #		71	68	87	41	57	75
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	144,50	106,00	126,30	121,30	118,40	114,50
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	140,80	103,30	118,30	112,20	111,20	103,10
Peso recipiente (Wr)	gr	57,60	24,10	31,20	24,10	30,90	31,20
Peso agua (Ww)	gr	3,70	2,70	8,00	9,10	7,20	11,40
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	83,20	79,20	87,10	88,10	80,30	71,90
Contenido de humedad (W%)	%	4,45	3,41	9,18	10,33	8,97	15,86
Contenido de humedad promedio	%	3,928		9,757		12,411	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm3	1,919		1,768		1,801	
5.Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm3	1,85		1,61		1,60	

Fuente*: Elaboración propia*

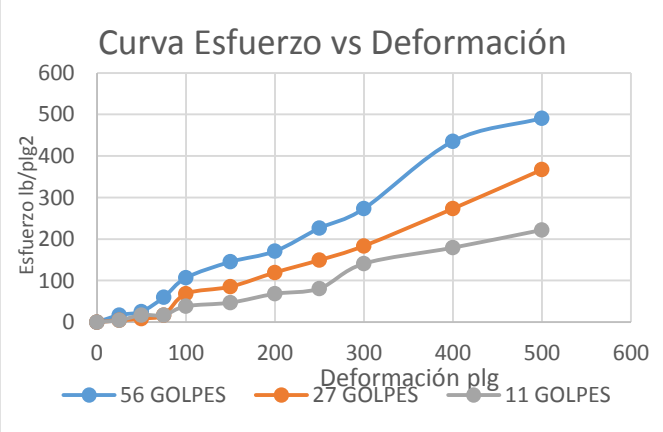
Realizo: Xavier Salinas	**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Suelo de Fundación

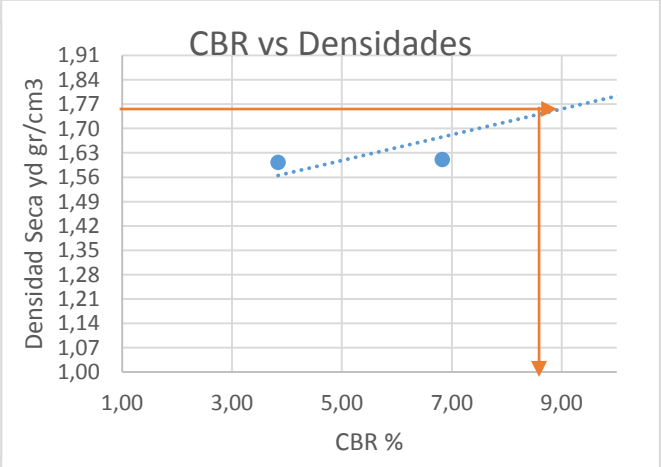
Norma: AASHTO T-99 ASTM 1883-73

Determinación del CBR

ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
Penetración	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**
(plg -3)	**lb**	**lb/plg2**	**%**	**lb**	**lb/plg2**	**%**	**lb**	**lb/plg2**	**%**
0	0	0		0	0		0	0	
25	4	17,072		1	4,268		1	4,268	
50	6	25,608		2	8,536		4	17,072	
75	14	59,752		4	17,072		4	17,072	
100	25	106,7	10,67	16	68,288	6,82	9	38,412	3,84
150	34	145,112		20	85,36		11	46,948	
200	40	170,72	17,072	28	119,504	11,95	16	68,288	6,82
250	53	226,204		35	149,38		19	81,092	
300	64	273,152		43	183,524		33	140,844	
400	102	435,336		64	273,152		42	179,256	
500	115	490,82		86	367,048		52	221,936	





yd max gr/cm3	185,00	CBR 8,7%
95 % yd max gr/cm3	175,75	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

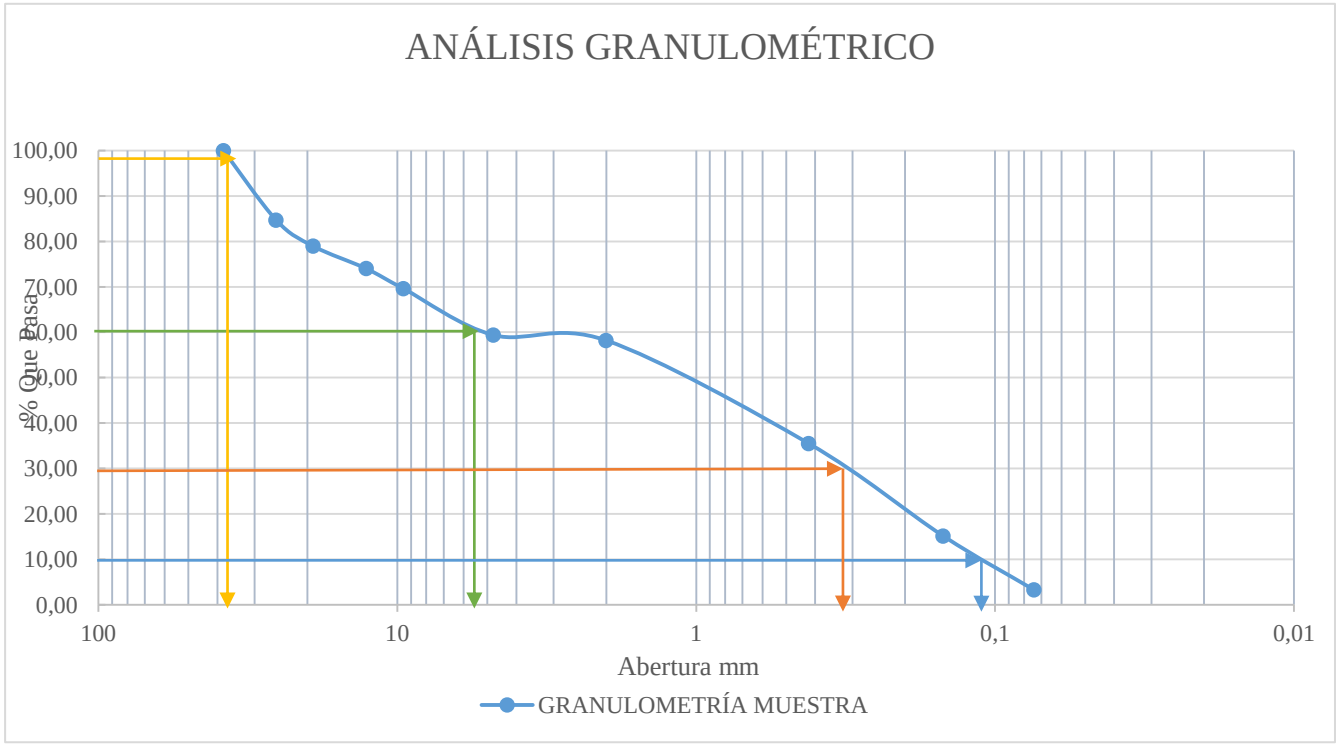
Realizo: Xavier Salinas	**Abscisa:** Km 1+500	**Capa:** Sub Base

Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70

TAMIZ	P. RETEN. ACU. (gr)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0	0,00	100,00	50,8
1 1/2"	209,8	0,03	99,97	38,1
1"	1069,5	15,35	84,65	25,4
3/4"	1467,9	21,06	78,94	19,1
1/2"	1811,8	26,00	74,00	12,7
3/8"	2121,2	30,44	69,56	9,52
# 4	2831,8	40,64	59,36	4,76
FUENTE	4136,9	59,36	-	-
Total	**6969**	-	-	
# 10	1198,2	41,81	58,19	2
# 40	1848,7	64,51	35,49	0,42
# 100	2432,6	84,88	15,12	0,149
# 200	2772,9	96,76	3,24	0,074
FONDO	92,9	3,24	-	-
Total	**2865,8**			

Parámetros de la granulometría

Peso del Cuarteo (gr)	2865,80
Tamaño nominal máximo TNM (mm)	38,10
Diámetro efectivo D10 (mm)	0,12
Diámetro equiparable D30 (mm)	0,30
Diámetro dimensional D60 (mm)	5,50
Coeficiente de uniformidad Cu	45,83
Coeficiente de curvatura Cc	0,14



Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

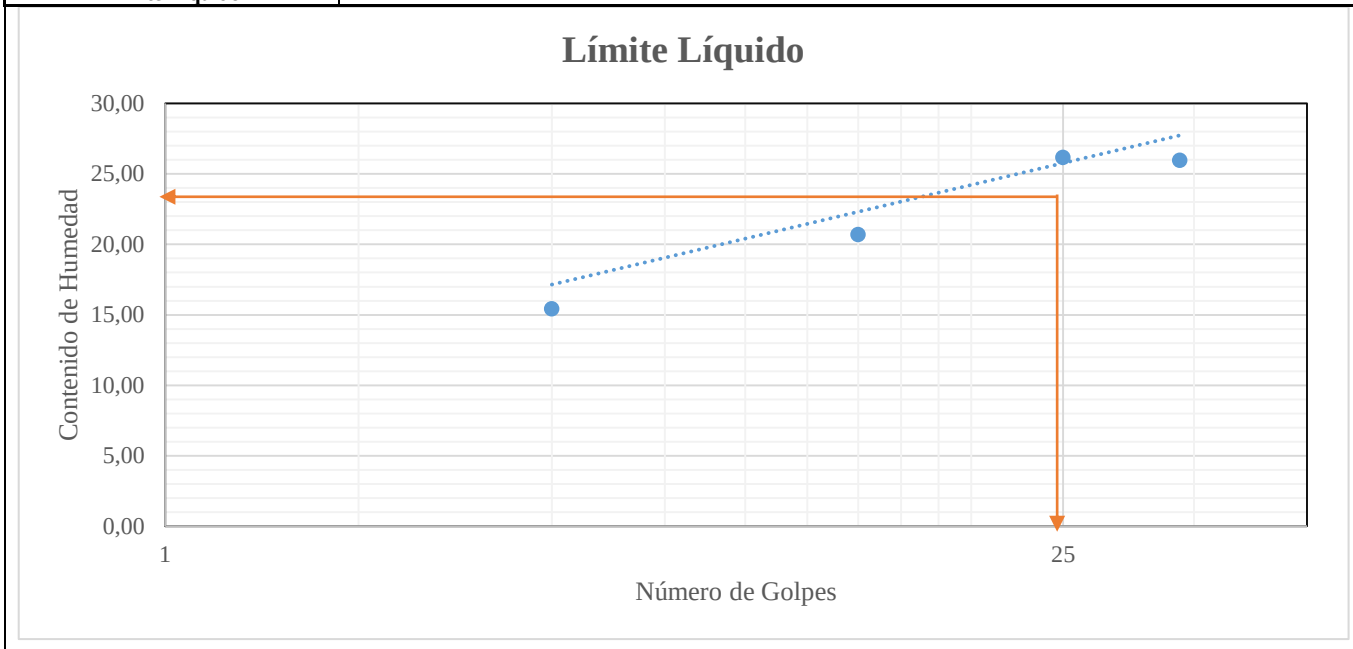
Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas | Abscisa: Km 1+500 | Capa: Sub Base

Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691

Determinación Límite Líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	23	4	43	10	65	68	10A	37
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr	27,5	25,3	23,6	23,5	20,2	21,3	24,5	23,4
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	25,3	23,4	21,1	21,8	18,1	19,3	22,8	20,1
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,1	11	10,9	11,7	10,8	10,8	11	11,3
Peso del agua (Ww) gr	2,2	1,9	2,5	1,7	2,1	2	1,7	3,3
Peso de los sólidos (Ws) gr	14,2	12,4	10,2	10,1	7,3	8,5	11,8	8,8
Contenido de humedad (ω%)	15,49	15,32	24,51	16,83	28,77	23,53	14,41	37,50
Contenido de humedad promedio	15,41		20,67		26,15		25,95	
Número de golpes	4		12		25		38	
Límite Líquido	24							



Determinación del Límite Plástico

Recipiente número		9	4	15	7	1	3
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	12,4	11,9	12,3	11,7	11,4	11,6
Peso del recip, + suelo seco (Ws + Wrecip,)	gr	12,2	11,7	12,1	11,5	11,2	11,4
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,7	10,8	10,6	10,6	10,7	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	1,7	1,1	1,7	1,1	0,7	0,9
Peso del agua (Ww)	gr	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	1,5	0,9	1,5	0,9	0,5	0,7
Contenido de humedad w%	%	13,33	22,22	13,33	22,22	40,00	28,57
Contenido de humedad promedio w%	%	23,28					
Limite plástico	%	23,28					
Índice plástico	%	0,72					

Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas	**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Sub Base

Norma: AASHTO T-180

Especificaciones del Ensayo

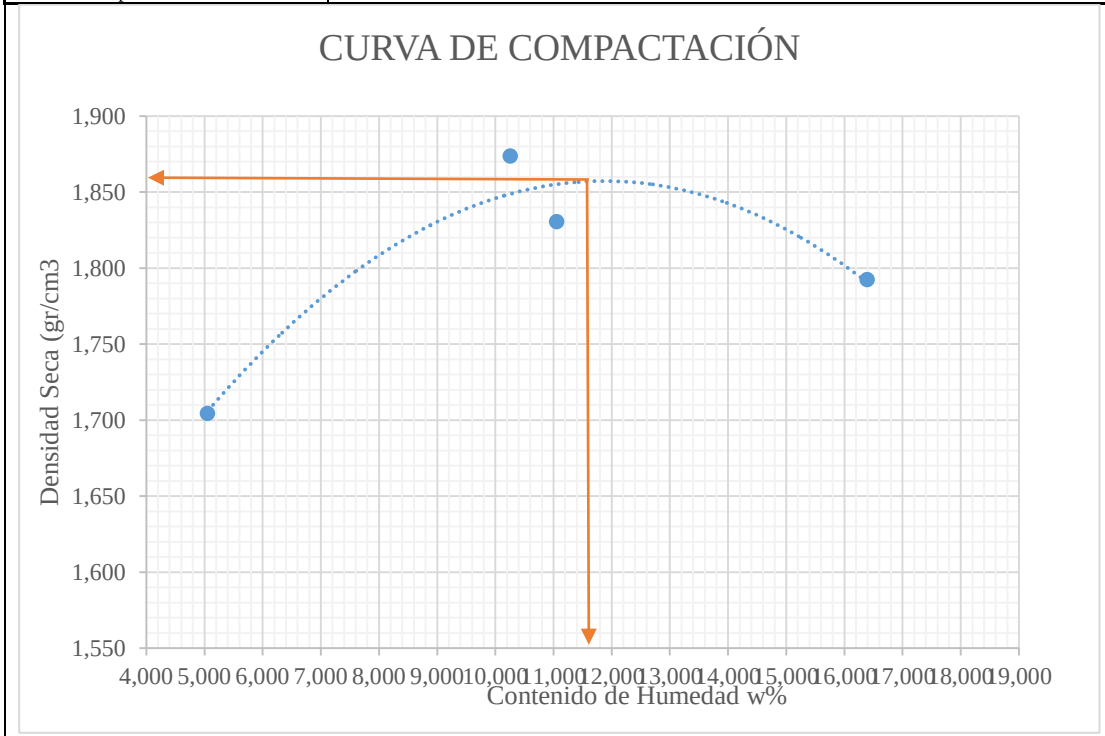
Número de Golpes: 56 **Número de capas**: 5 **Peso del Martillo (lb):** 10
Altura de Caida (in): 18 **Peso Molde (gr):** 15280,00 **Volumen molde (cm3):** 2553,49

Energía de Compactación: 55986 lb*pie /pie^3

Ensayo Número	1	2	3	4
Peso inicial deseado gr	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00
Hum inicial estimada %	3,00	6,00	9,00	12,00
P molde + suelo húmedo(gr)	19852,00	20555,00	20471,00	20607,00
Peso suelo húmedo wm	4572,00	5275,00	5191,00	5327,00
Peso unitario húmedo ym	1,79	2,07	2,03	2,09

Contenido de Humedad

Recipiente #	71	3	1	40	64	60	60	41
Rec+ suelo huemdo (gr)	102,6	122,5	104,8	110,9	102,8	112	136,6	124
Rec+ suelo seco (gr)	98,9	118,2	97,1	103	94,7	105	120,2	112,3
Peso agua (gr)	3,70	4,30	7,70	7,90	8,10	7,00	16,40	11,70
Peso recipiente (gr)	30,50	26,80	23,80	24,10	30,70	31,00	31,00	31,10
Peso suelo seco (gr)	68,40	91,40	73,30	78,90	64,00	74,00	89,20	81,20
Cont humedad w%	5,41	4,70	10,50	10,01	12,66	9,46	18,39	14,41
Contenido promedio w%	5,057		10,259		11,058		16,397	
Densidad seca γd	1,704		1,874		1,830		1,792	
Densidad maxima γmax	1,86							
Humedad optima %	11,5							



Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizó: Xavier Salinas	**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Sub Base

Norma: AASHTO T-99

1. Determinación de la Densidad Húmeda de la Muestra

Datos	Unidad	56 Golpes	27 Golpes	11 Golpes
Peso del molde + suelo	gr	21124,00	19385,00	19115,00
Peso del molde	gr	16640,00	14805,00	14805,00
Peso masa del suelo (Wm)	gr	4484,00	4580,00	4310,00
2. Determinación del Contenido de Humedad				
Diámetro	cm	15,50	15,30	15,10
Altura	cm	12,30	12,30	12,30
Volumen de la Masa (Vm)	cm3	2320,91	2261,40	2202,67

3.Determinación del Contenido de Humedad

Recipiente #		41	76	77	60	61	21
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	121,30	105,1	117,20	93,00	105,20	110,30
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	106,10	92,20	110,30	87,10	92,10	99,10
Peso recipiente (Wr)	gr	24,20	31,40	55,20	24,42	30,10	25,10
Peso agua (Ww)	gr	15,20	12,90	6,90	5,90	13,10	11,20
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	81,90	60,80	55,10	62,68	62,00	74,00
Contenido de humedad (W%)	%	18,56	21,22	12,52	9,41	21,13	15,14
Contenido de humedad promedio	%	19,888		10,968		18,132	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm3	1,932		2,025		1,957	
5.Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm3	1,61		1,83		1,66	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

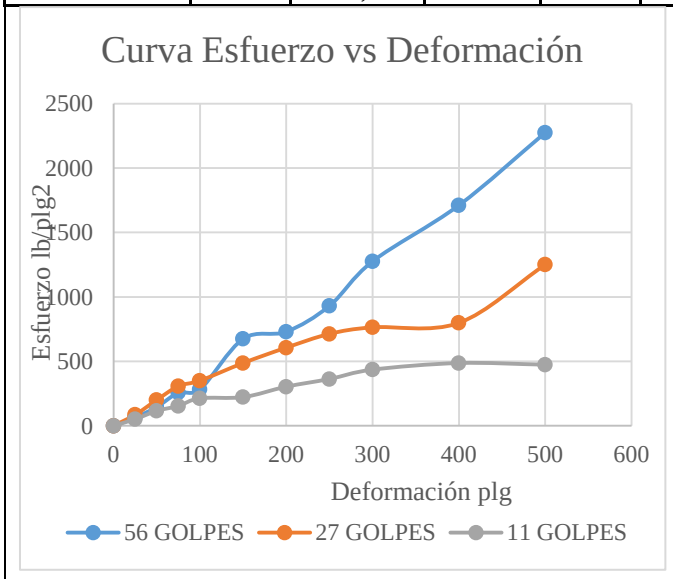
Realizó: Xavier Salinas	**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Sub Base

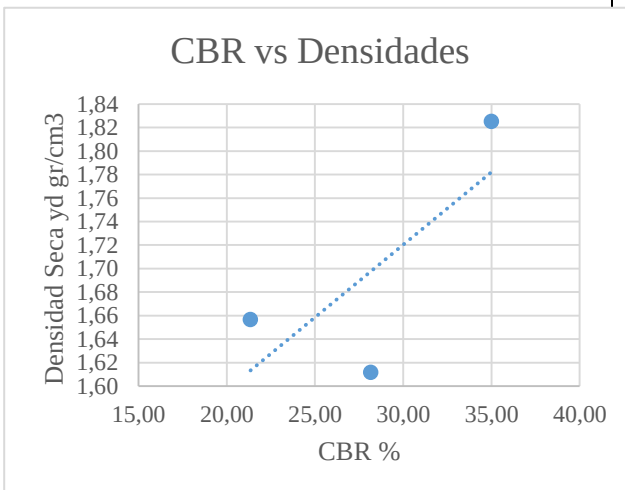
Norma: AASHTO T-99 ASTM 1883-73

Determinación del CBR

ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No. de golpes	56			27			11		
Penetración	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**
(plg -3)	**lb**	**lb/plg2**	**%**	**lb**	**lb/plg2**	**%**	**lb**	**lb/plg2**	**%**
0	0	0		0	0		0	0	
25	15	64,02		20	85,36		12	51,21	
50	34	145,112		47	200,59		27	115,23	
75	60	256,08		72	307,29		36	153,64	
100	66	281,688	28,17	82	349,97	34,99	50	213,40	21,34
150	158	674,344		114	486,55		52	221,93	
200	171	729,828	72,98	142	606,05	60,60	71	303,02	30,30
250	218	930,424		167	712,75		85	362,78	
300	299	1276,132		179	763,97		102	435,33	
400	401	1711,468		187	798,11		114	486,55	
500	533	2274,844		293	1250,52		111	473,74	





yd max gr/cm3	1,83	CBR 31,00%
95 % yd max gr/cm3	1,73	

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Carrera de Ingeniería Civil

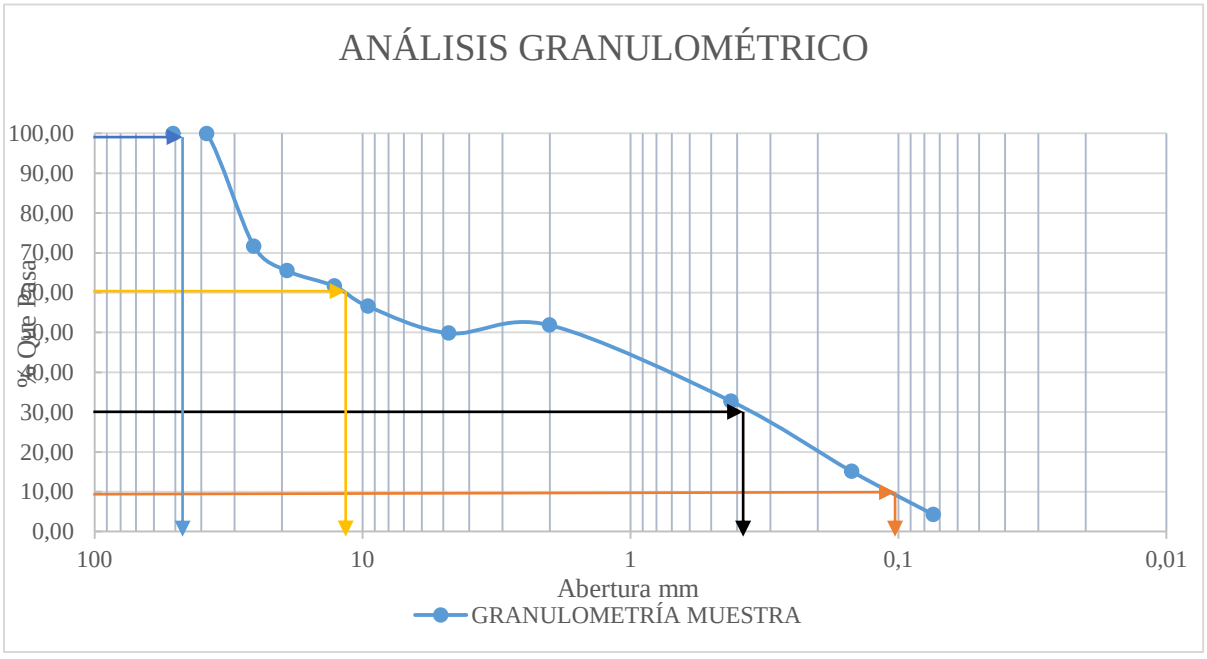
Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas	**Abscisa:** Km 1+500	**Capa:** Base

Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70

TAMIZ	P. RETEN. ACU. (gr)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	366,6	0,05	99,95	50,8
1 1/2"	885,5	0,13	99,87	38,1
1"	1977	28,39	71,61	25,4
3/4"	2403,7	34,52	65,48	19,1
1/2"	2673	38,39	61,61	12,7
3/8"	3025,4	43,45	56,55	9,52
# 4	3494,9	50,20	49,80	4,76
FUENTE	3467,7	49,80	-	-
Total	**6963**	-	-	
# 10	1104,5	48,17	51,83	2
# 40	1543,1	67,30	32,70	0,42
# 100	1947,2	84,92	15,08	0,149
# 200	2195	95,73	4,27	0,074
FONDO	98	4,27	-	-
Total	**2293**			

Parámetros de la granulometría	
Peso del Cuarteo (gr)	2293,00
Tamaño nominal máximo TNM (mm)	50,80
Diámetro efectivo D10 (mm)	0,11
Diámetro equiparable D30 (mm)	0,36
Diámetro dimensional D60 (mm)	12,00
Coeficiente de uniformidad Cu	109,09
Coeficiente de curvatura Cc	0,10



Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Carrera de Ingeniería Civil

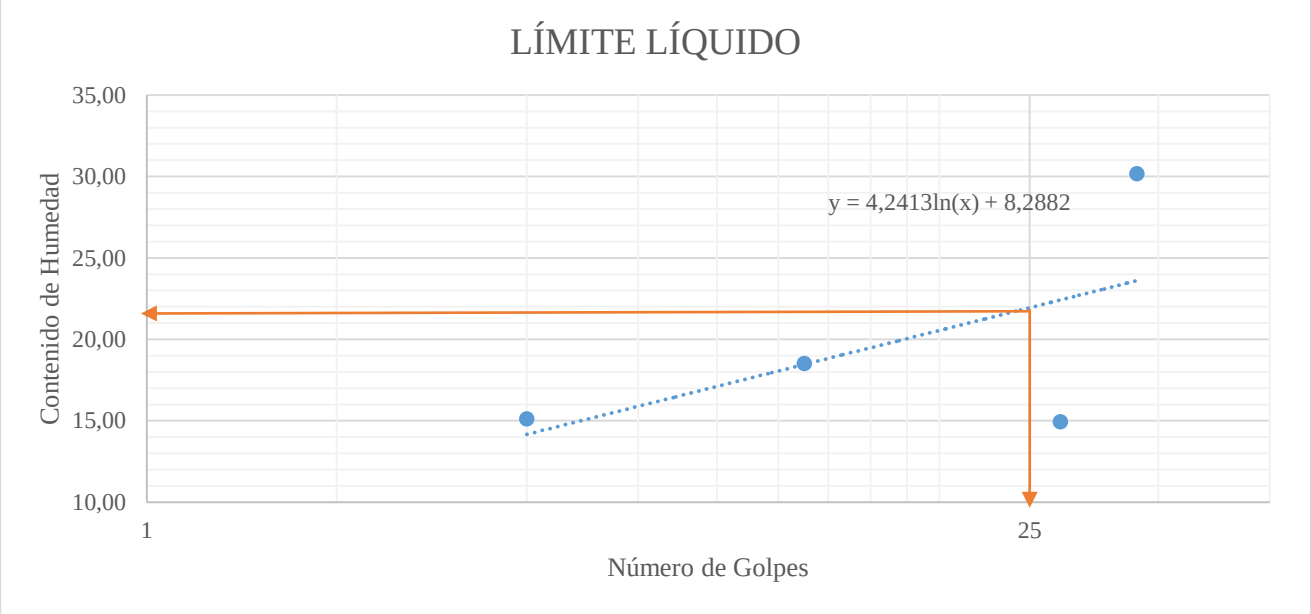
Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas	Abscisa: Km 1+500	Capa: Base

Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691

Determinación Límite Líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	64	1	72	73	60	62	28	69
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr	27,9	25,3	26,7	24,8	25,4	24,3	17,4	25,9
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	25,8	23,4	24,6	22,5	23,6	22,5	15,5	23,9
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,3	11,3	12,1	11,1	10,9	11	11,2	11,5
Peso del agua (Ww) gr	2,1	1,9	2,1	2,3	1,8	1,8	1,9	2
Peso de los sólidos (Ws) gr	14,5	12,1	12,5	11,4	12,7	11,5	4,3	12,4
Contenido de humedad (ω%)	14,48	15,70	16,80	20,18	14,17	15,65	44,19	16,13
Contenido de humedad promedio	15,09		18,49		14,91		30,16	
Número de golpes	4		11		28		37	
Límite Líquido	22							

Determinación del Límite Plástico							
Recipiente número		5	4A	76	11	3	1
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	10,9	11,1	11,2	11,3	11,3	11,6
Peso del recip, + suelo seco (Ws + Wrecip,)	gr	10,8	11	11,1	11,2	11,2	11,5
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,5	10,4	10,6	10,6	10,7	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,4	0,7	0,6	0,7	0,6	0,9
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,3	0,6	0,5	0,6	0,5	0,8
Contenido de humedad w%	%	33,33	16,67	20,00	16,67	20,00	12,50
Contenido de humedad promedio w%	%	19,86					
Limite plástico	%	19,86					
Índice plástico	%	2,14					



Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas	**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Base

Norma: AASHTO T-180

Especificaciones del Ensayo

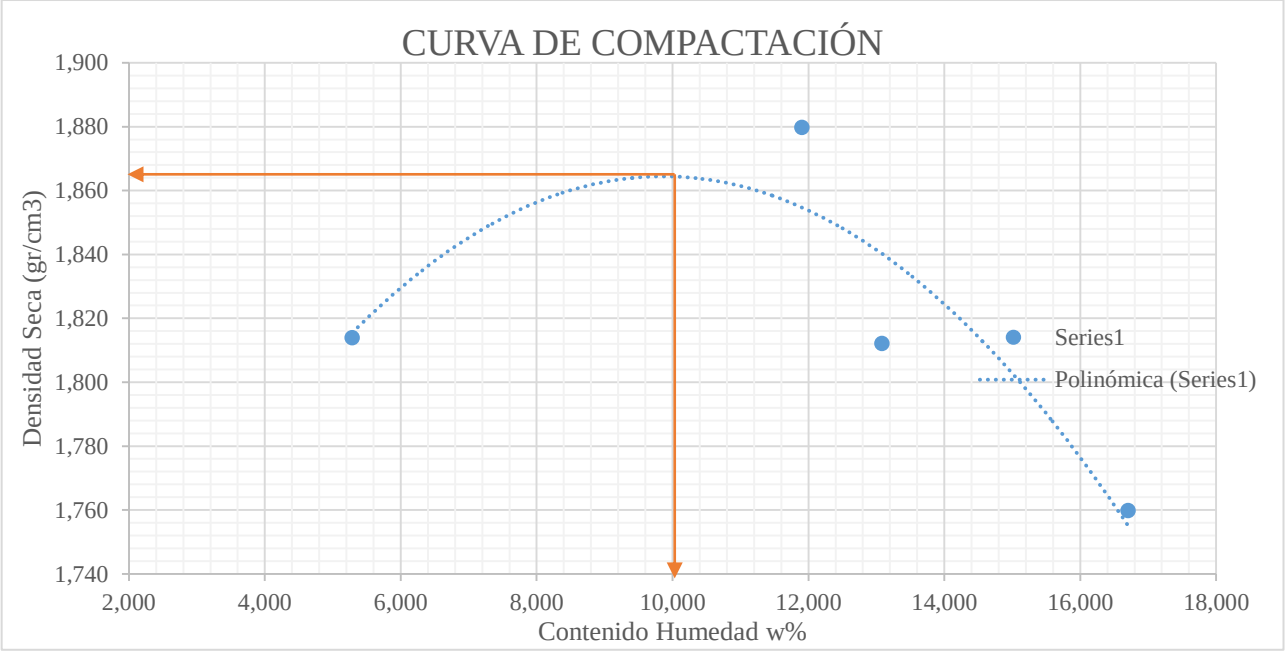
Número de Golpes: 56	**Número de capas**: 5	**Peso del Martillo (lb):**	10
Altura de Caida (in): 18	**Peso Molde (gr):**	15525,00	**Volumen molde (cm3):**	2431,23

Energía de Compactación: 55986 lb*pie /pie^3

Ensayo Número	1	2	3	4
Peso inicial deseado gr	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00
Hum inicial estimada %	3,00	6,00	9,00	12,00
P molde + suelo húmedo(gr)	20168,00	20507,00	20639,00	20518,00
Peso suelo húmedo wm	4643,00	4982,00	5114,00	4993,00
Peso unitario húmedo ym	1,91	2,05	2,10	2,05

Contenido de Humedad

Recipiente #	3	37	57	64	71	30	86	1
Rec+ suelo huemdo (gr)	108,00	127,40	93,60	110,20	116,00	109,70	131,50	139,70
Rec+ suelo seco (gr)	103,30	123,10	85,30	102,40	105,10	102,50	117,50	122,70
Peso agua (gr)	4,70	4,30	8,30	7,80	10,90	7,20	14,00	17,00
Peso recipiente (gr)	26,80	26,00	31,00	30,70	30,50	24,20	31,20	23,80
Peso suelo seco (gr)	76,50	97,10	54,30	71,70	74,60	78,30	86,30	98,90
Cont humedad w%	6,14	4,43	15,29	10,88	14,61	9,20	16,22	17,19
Contenido promedio w%	5,286		13,082		11,903		16,706	
Densidad seca γd	1,814		1,812		1,880		1,760	
Densidad maxima γmax	1,87							
Humedad optima %	10							



Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas	**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Base

Norma: AASHTO T-99

1. Determinación de la Densidad Húmeda de la Muestra

Datos	**Unidad**	**56 Golpes**	**27 Golpes**	**11 Golpes**
Peso del molde + suelo	gr	19953,00	19710,00	19508,00
Peso del molde	gr	14809,00	14809,00	14809,00
Peso masa del suelo (Wm)	gr	5144,00	4901,00	4699,00

2. Determinación del Contenido de Humedad

Diámetro	cm	15,10	15,10	15,10
Altura	cm	12,50	12,50	12,50
Volumen de la Masa (Vm)	cm3	2238,48	2238,48	2238,48

3.Determinación del Contenido de Humedad

Recipiente #		32	33	67	70	71	74
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	115,20	120,70	125,80	108,80	141,40	140,70
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	108,60	115,00	120,40	103,40	135,20	134,50
Peso recipiente (Wr)	gr	24,50	24,30	30,90	30,30	30,80	30,60
Peso agua (Ww)	gr	6,60	5,70	5,40	5,40	6,20	6,20
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	84,10	90,70	89,50	73,10	104,40	103,90
Contenido de humedad (W%)	%	7,85	6,28	6,03	7,39	5,94	5,97
Contenido de humedad promedio	%	7,066		6,710		5,953	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm3	2,298		2,189		2,099	
5.Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm3	2,15		2,05		1,98	

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

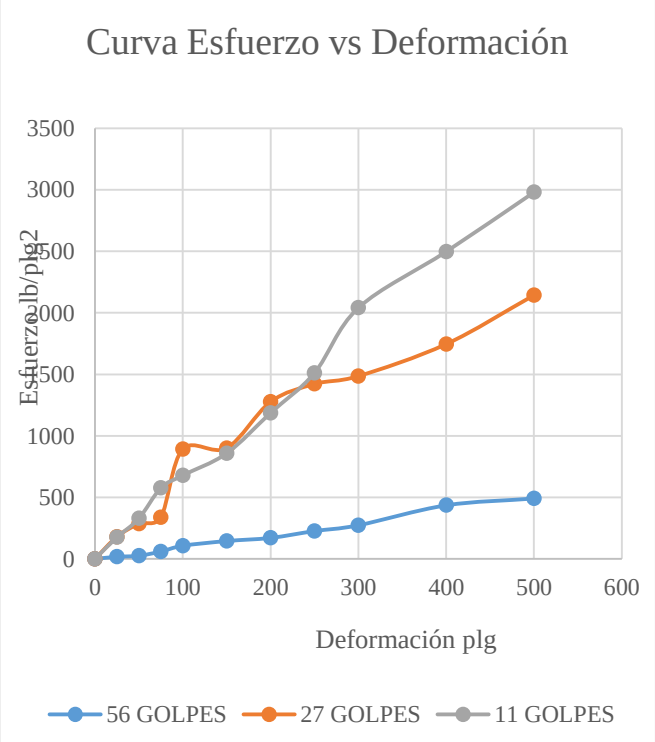
Realizo: Xavier Salinas	**Abscisa**: Km 1+500	**Capa**: Base

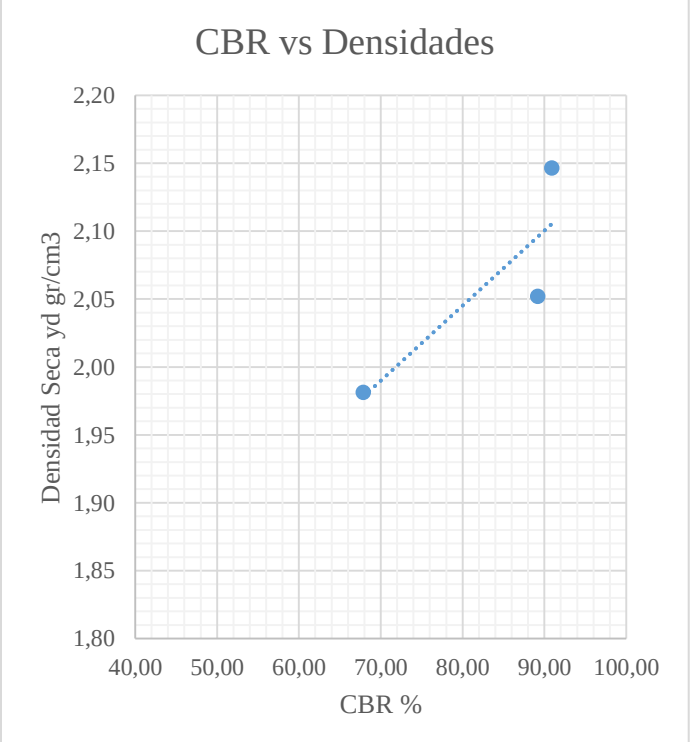
Norma: AASHTO T-99 ASTM 1883-73

Determinación del CBR

ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

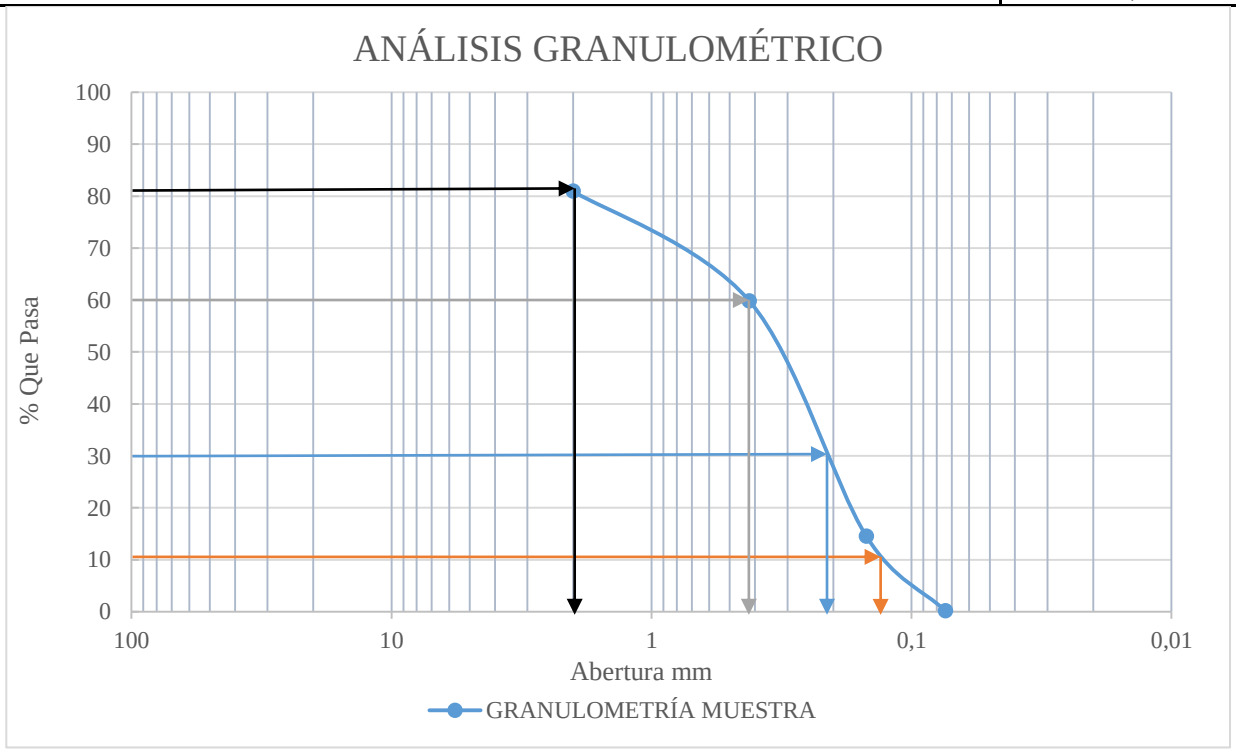
No.de golpes	56			27			11		
Penetración	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**
(plg -3)	**lb**	**lb/plg2**	**%**	**lb**	**lb/plg2**	**%**	**lb**	**lb/plg2**	**%**
0	0	0		0	0		0	0	
25	43	183,524		42	179,256		41	174,988	
50	78	332,904		67	285,956		77	328,636	
75	105	448,14		79	337,172		135	576,18	
100	213	909,084	90,91	209	892,012	89,20	159	678,612	67,86
150	217	926,156		211	900,548		201	857,868	
200	264	1126,752	112,67	299	1276,132	127,61	278	1186,504	118,65
250	331	1412,708		333	1421,244		354	1510,872	
300	409	1745,612		348	1485,264		478	2040,104	
400	551	2351,668		409	1745,612		585	2496,78	
500	691	2949,188		502	2142,536		698	2979,064	





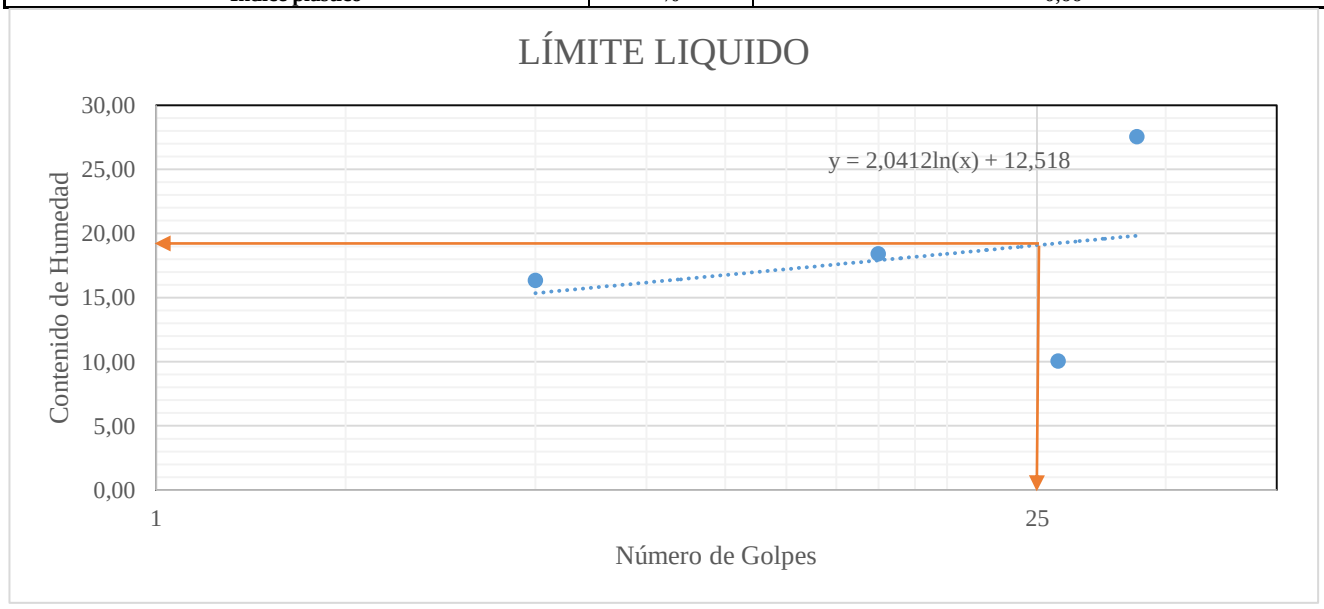
yd max gr/cm3	2,15	CBR 80%
95 % yd maxgr/cm3	2,04	

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz				
Realizo: Xavier Salinas			**Abscisa:** Km 3+000	**Capa: Suelo de Fundación**
Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70				
TAMIZ	**P. RETEN. ACU. (gr)**	**% ACUMULADO RETENIDO**	**% QUE PASA**	**ABERTURA (mm)**
2"	0	0,00	100,00	50,8
1 1/2"	0	0,00	100,00	38,1
1"	124,4	1,74	98,26	25,4
3/4"	235,1	3,28	96,72	19,1
1/2"	289,6	4,04	95,96	12,7
3/8"	403,1	5,62	94,38	9,52
# 4	775	10,81	89,19	4,76
FUENTE	6393	89,19	-	-
Total	**7168**	-	-	
# 10	398,7	19,09	80,91	2
# 40	839,6	40,20	59,80	0,42
# 100	1786,3	85,52	14,48	0,149
# 200	2085,6	99,85	0,15	0,074
FONDO	3,1	0,15	-	-
Total	**2088,7**			
Parámetros de la granulometría				
Peso del Cuarteo (gr)				2088,70
Tamaño nominal máximo TNM (mm)				2,00
Diámetro efectivo D10 (mm)				0,15
Diámetro equiparable D30 (mm)				0,21
Diámetro dimensional D60 (mm)				0,45
Coeficiente de uniformidad Cu				3,00
Coeficiente de curvatura Cc				0,65

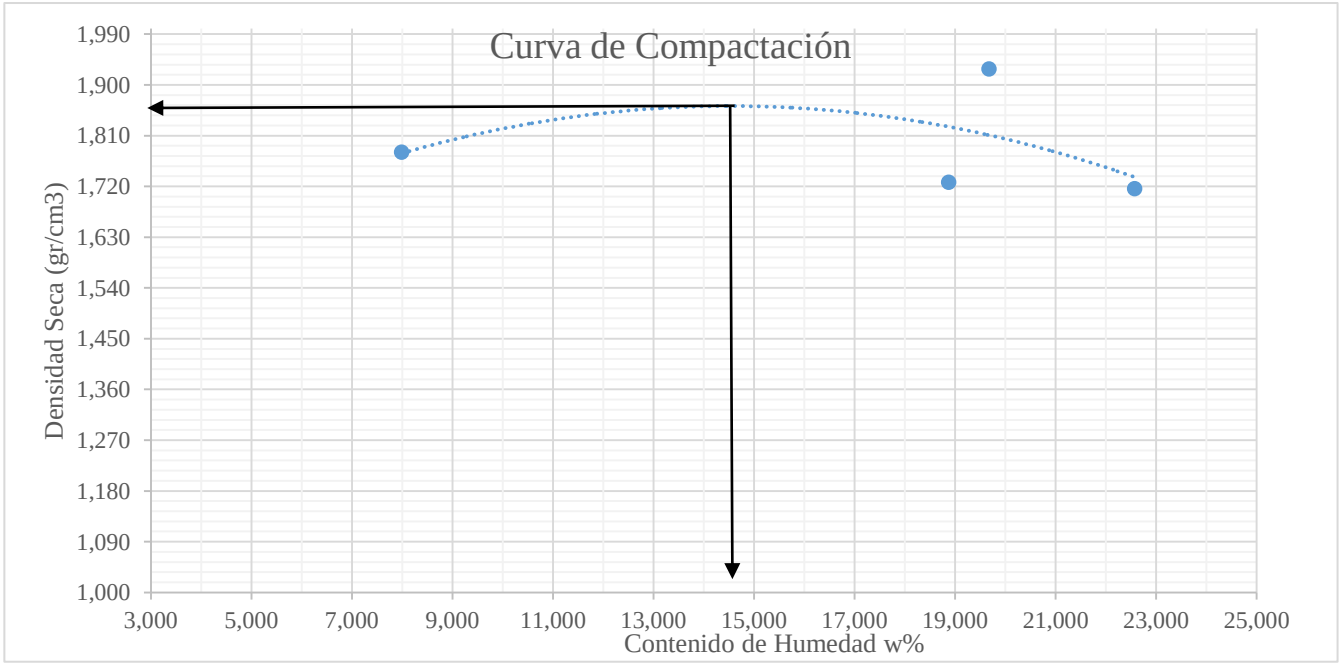


Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz Km 0+000 al Km 3+000								
Realizo: Xavier Salinas							Abscisa: Km 3+000	Capa: Suelo de Fundación
Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691								
Determinación Límite Líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	67	2	77	75	6	51	8	19
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr	26,9	24,3	25,7	25,8	26,4	23,3	18,4	23,9
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	24,8	22,4	23,6	23,5	24,6	22,5	16,5	21,9
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,3	11,3	12,1	11,1	10,9	11	11,2	11,5
Peso del agua (Ww) gr	2,1	1,9	2,1	2,3	1,8	0,8	1,9	2
Peso de los sólidos (Ws) gr	13,5	11,1	11,5	12,4	13,7	11,5	5,3	10,4
Contenido de humedad (ω%)	15,56	17,12	18,26	18,55	13,14	6,96	35,85	19,23
Contenido de humedad promedio	16,34		18,40		10,05		27,54	
Número de golpes	4		14		27		36	
Límite Líquido	19							

Determinación del Límite Plástico							
Recipiente número		4	3	77	14	4	32
Peso del recip. + suelo húmedo (Wm + Wrecip.)	gr	11,5	11,7	11,4	11,8	11,3	11,6
Peso del recip, + suelo seco (Ws + Wrecip,)	gr	11,4	11,6	11,3	11,6	11,2	11,4
Peso del recipiente (Wrecip.)	gr	10,6	10,5	10,7	10,5	10,8	10,7
Peso de la masa del suelo húmedo (Wm)	gr	0,9	1,2	0,7	1,3	0,5	0,9
Peso del agua (Ww)	gr	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
Peso del suelo seco (Ws)	gr	0,8	1,1	0,6	1,1	0,4	0,7
Contenido de humedad w%	%	12,50	9,09	16,67	18,18	25,00	28,57
Contenido de humedad promedio w%	%	18,34					
Limite plástico	%	18,34					
Índice plástico	%	0,66					



Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz Km 0+000 al Km 3+000								
Realizo: Xavier Salinas							**Abscisa**: Km 3+000	**Capa**: Suelo Fundación
Norma: AASHTO T-180								
Especificaciones del Ensayo								
Numero de Golpes: 56	**Número de capas**: 5			**Peso del Martillo (lb):** 10				
Altura de Caida (in): 18	**Peso Molde (gr):** 16612,00			**Volumen molde (cm3):** 2358,65				
Energía de Compactación: 55986 lb*pie /pie^3								
Ensayo Número	1		2		3		4	
Peso inicial deseado gr	6000,00		6000,00		6000,00		6000,00	
Hum inicial estimada %	3,00		6,00		9,00		12,00	
P molde + suelo húmedo(gr)	21147,00		21455,00		21573,00		22055,00	
Peso suelo húmedo wm	4535,00		4843,00		4961,00		5443,00	
Peso unitario húmedo ym	1,92		2,05		2,10		2,31	
Contenido de Humedad								
Recipiente #	23	22	13	87	98	51	43	44
Rec+ suelo huemdo (gr)	124,70	110,10	108,70	89,90	138,10	105,10	167,10	140,10
Rec+ suelo seco (gr)	120,20	101,70	97,10	79,20	128,10	86,20	141,20	125,20
Peso agua (gr)	4,50	8,40	11,60	10,70	10,00	18,90	25,90	14,90
Peso recipiente (gr)	30,40	25,10	31,20	26,10	30,80	32,00	30,40	32,00
Peso suelo seco (gr)	89,80	76,60	65,90	53,10	97,30	54,20	110,80	93,20
Cont humedad w%	5,01	10,97	17,60	20,15	10,28	34,87	23,38	15,99
Contenido promedio w%	7,989		18,877		22,574		19,681	
Densidad seca γd	1,780		1,727		1,716		1,928	
Densidad maxima γmax	1,86							
Humedad optima %	14,5							



Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz Km 0+000 al Km 3+000							
Realizo: Xavier Salinas					**Abscisa**: Km 3+000		**Capa**: Suelo de Fundación
Norma: AASHTO T-99							
1. Determinación de la Densidad Húmeda de la Muestra							
Datos	**Unidad**	**56 Golpes**		**27 Golpes**		**11 Golpes**	
Peso del molde + suelo	gr	21778,00		19669,00		19407,00	
Peso del molde	gr	14898,00		14808,00		14808,00	
Peso masa del suelo (Wm)	gr	6880,00		4861,00		4599,00	
2. Determinación del Contenido de Humedad							
Diámetro	cm	15,50		15,10		15,10	
Altura	cm	12,70		12,50		12,50	
Volumen de la Masa (Vm)	cm3	2396,39		2238,48		2238,48	
3.Determinación del Contenido de Humedad							
Recipiente #		45	58	61	36	81	41
Peso recipiente + suelo húmedo (Wr+Wsh)	gr	118,90	101,70	110,50	109,00	121,40	119,50
Peso recipiente + suelo seco (Wr+Wss)	gr	115,00	98,90	107,50	103,70	113,80	114,60
Peso recipiente (Wr)	gr	31,90	29,40	29,90	31,30	29,30	31,30
Peso agua (Ww)	gr	3,90	2,80	3,00	5,30	7,60	4,90
Peso de la muestra seca (Ws)	gr	83,10	69,50	77,60	72,40	84,50	83,30
Contenido de humedad (W%)	%	4,69	4,03	3,87	7,32	8,99	5,88
Contenido de humedad promedio	%	4,361		5,593		7,438	
4. Peso volumétrico de la masa (Ym)	gr/cm3	2,871		2,172		2,055	
5.Peso volumétrico seco (Yd)	gr/cm3	2,75		2,06		1,91	

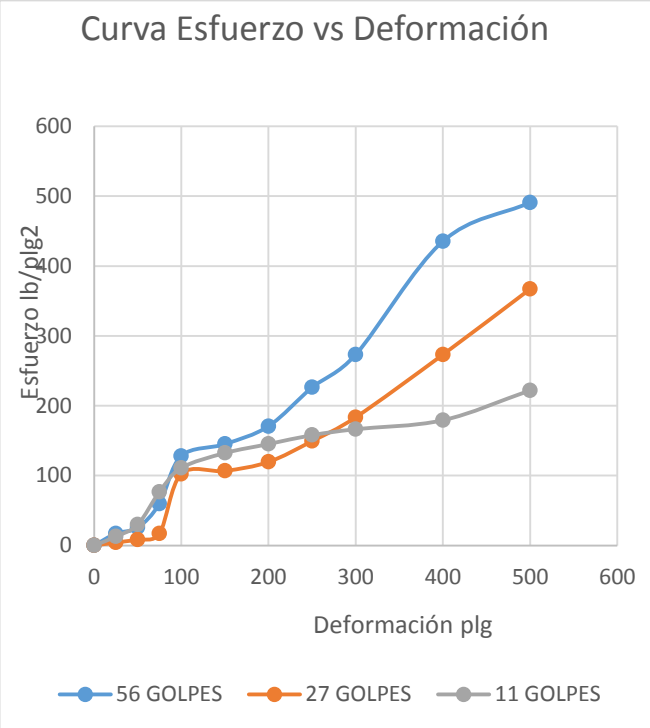
Realizo: Xavier Salinas	**Abscisa**: Km 3+000	**Capa**: Suelo de Fundación

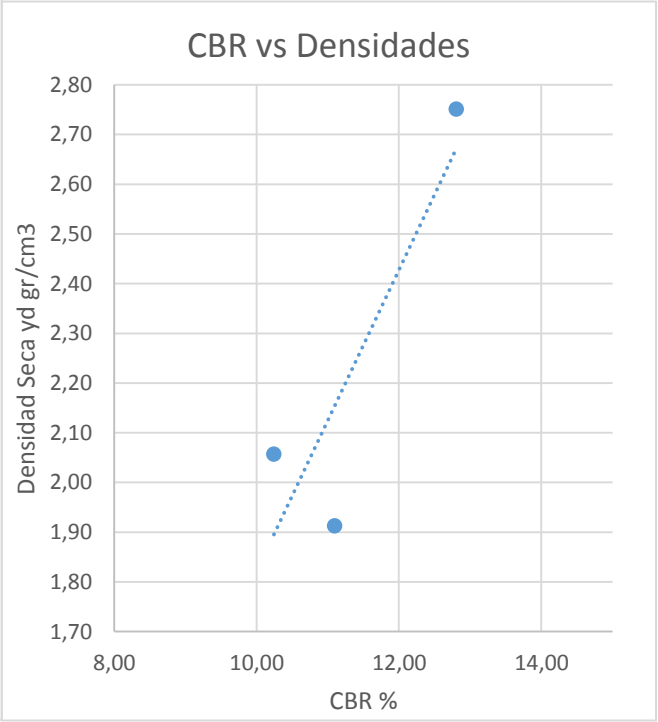
Norma: AASHTO T-99 ASTM 1883-73

Determinación del CBR

ENSAYO DE CARGA vs. PENETRACIÓN

No.de golpes	56			27			11		
Penetración	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**	**Carga**	**Esfuerzo**	**CBR**
(plg -3)	**lb**	**lb/plg2**	**%**	**lb**	**lb/plg2**	**%**	**lb**	**lb/plg2**	**%**
0	0	0		0	0		0	0	
25	4	17,072		1	4,268		3	12,804	
50	6	25,608		2	8,536		7	29,876	
75	14	59,752		4	17,072		18	76,824	
100	30	128,04	12,80	24	102,432	10,24	26	110,968	11,09
150	34	145,112		25	106,7		31	132,308	
200	40	170,72	17,07	28	119,504	11,95	34	145,112	14,51
250	53	226,204		35	149,38		37	157,916	
300	64	273,152		43	183,524		39	166,452	
400	102	435,336		64	273,152		42	179,256	
500	115	490,82		86	367,048		52	221,936	





yd max gr/cm3	2,75	CBR 12,5%
95 % yd max gr/cm3	2,61	

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Carrera de Ingeniería Civil

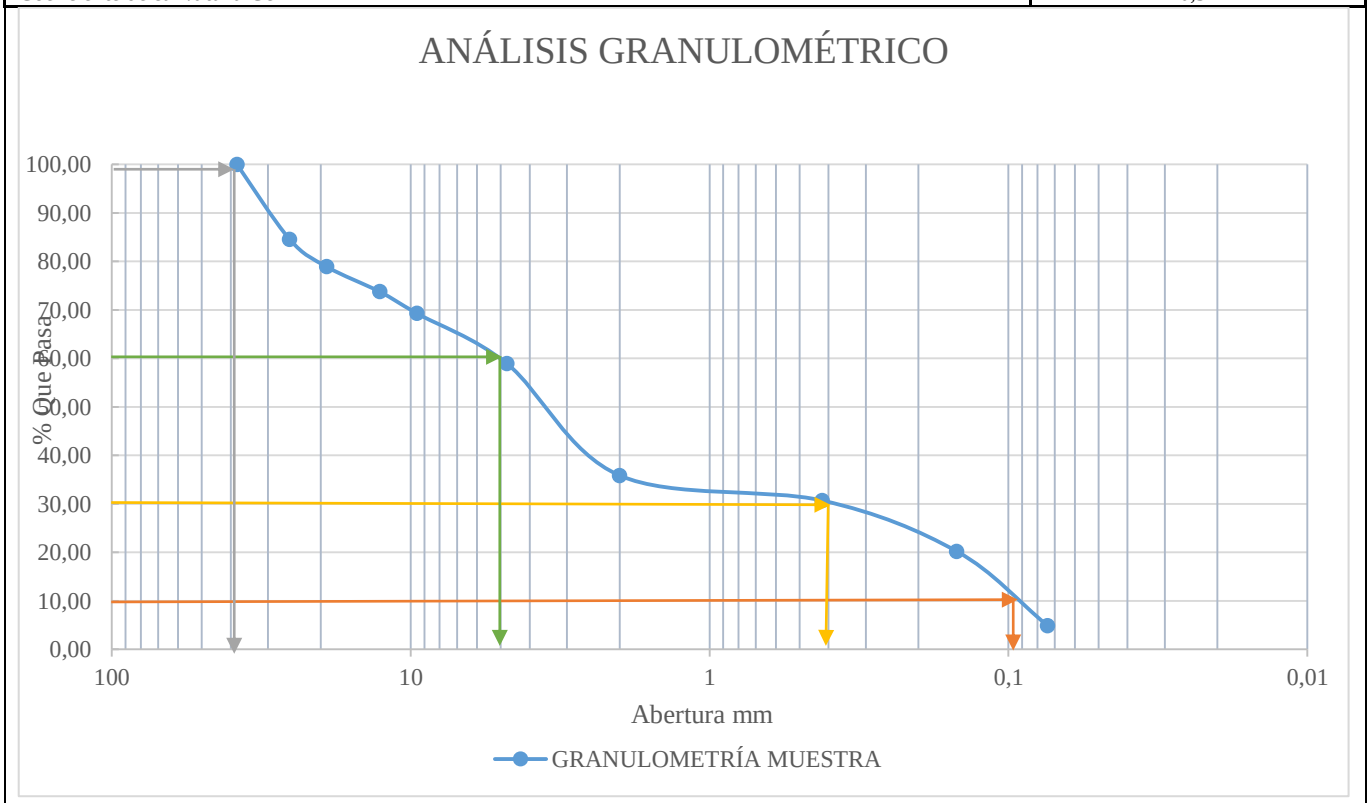
Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas | **Abscisa:** Km 3+000 | **Capa:** Sub Base

Norma: ASSTM D – 421-58 AASHTO T – 87 – 70

TAMIZ	P. RETEN. ACU. (gr)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA	ABERTURA (mm)
2"	0	0,00	100,00	50,8
1 1/2"	210,89	0,03	99,97	38,1
1"	1082,65	15,47	84,53	25,4
3/4"	1477,43	21,11	78,89	19,1
1/2"	1837,33	26,25	73,75	12,7
3/8"	2152,13	30,75	69,25	9,52
# 4	2877,12	41,11	58,89	4,76
FUENTE	4121,89	58,89	-	-
Total	**6999**	-	-	
# 10	1219,2	64,15	35,85	2
# 40	1317,3	69,31	30,69	0,42
# 100	1516,5	79,79	20,21	0,149
# 200	1807,7	95,11	4,89	0,074
FONDO	92,9	4,89	-	-
Total	**1900,6**			

Parámetros de la granulometría	
Peso del Cuarteo (gr)	1900,60
Tamaño nominal máximo TNM (mm)	38,10
Diámetro efectivo D10 (mm)	0,10
Diámetro equiparable D30 (mm)	0,40
Diámetro dimensional D60 (mm)	5,00
Coeficiente de uniformidad Cu	52,63
Coeficiente de curvatura Cc	0,34



Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Carrera de Ingeniería Civil

Vía en Estudio: Vía Manuelita Sáenz

Realizo: Xavier Salinas	Abscisa: Km 3+000	Capa: Sub Base

Norma: ASSTM D424-71 AASHTO T-90-70 INEN 691

Determinación Límite Líquido	0-10		10-20		20-30		30-40	
Recipiente N.-	71	17	15	18	56	19	23	45
Peso de la muestra húmeda + recip. (Wm + Wrecip)gr	24,3	27,2	28,2	26,1	27,1	29,1	27,1	25,8
Peso de la muestra seca + recip. (Ws + Wrecip.) gr	20,1	23,7	24,9	21,21	25,1	25,8	24,9	24,8
Peso del recipiente (Wrecip.) gr	11,2	11,6	11,8	11,4	11,1	11,3	11,2	11,1
Peso del agua (Ww) gr	4,2	3,5	3,3	4,89	2	3,3	2,2	1
Peso de los sólidos (Ws) gr	8,9	12,1	13,1	9,81	14	14,5	13,7	13,7
Contenido de humedad (ω%)	47,19	28,93	25,19	49,85	14,29	22,76	16,06	7,30
Contenido de humedad promedio	38,06		37,52		18,52		11,68	
Número de golpes	5		14		24		36	
Límite Líquido	21							

RUBRO	2			Unidad	m
DETALLE	Cuneta de hormigón simple f'c=180 kg/cm2				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	1				0,1
CONCRETERA	1	3,75	3,75	0,05	0,19
MINICARGADORA	0,1	15,00	1,5	0,05	0,08
TANQUERO DE AGUA	0,05	26,00	1,3	0,05	0,07
VOLQUETA	0,05	25	1,25	0,05	0,06
SUBTOTAL M					0,49
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	B	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
MAES. MAYOR. O.C. (EST. OCUP. C1)	1	4,03	4,03	0,05	0,20
ALBAÑIL (EST. OCUP. D2)	2	3,69	7,38	0,05	0,37
PEON (EST. OCUP. E2)	8	3,65	29,2	0,05	1,46
CHOFER TANQUEROS (EST. OCUP. C1)	0,05	5,03	0,25	0,05	0,01
OP. MINIEX. MINICAR. (EST. OCUP. C2)	0,1	3,86	0,39	0,05	0,02
SUBTOTAL N					2,06
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**COSTO**
			A	**B**	**D=C*R**
CEMENTO		KG	30	0,16	4,8
ARENA PARA HORMIGÓN		M3	0,06	8	0,48
RIPIO PARA HORMIGÓN		M3	0,09	9	0,81
AGUA		M3	0,02	1,5	0,03
ENCOFRADO PARA CUNETAS		GLB	1	0,5	0,5
LUBRICANTE		KG	0,05	0,5	0,025
JUNTAS DE MADERA		U	0,2	1	0,2
SUBTOTAL O					6,85
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**COSTO**
			A	**B**	**D=C*R**
MATERIAL PETREO		M3/KM	6	0,2	1,2
SUBTOTAL P					1,20
	TOTAL COSTO DIRECTO X=(M+N+O+P)				10,60
	INDIRECTOS: 0,13%				1,38
	UTILIDAD: 0,07%				0,74
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				12,72
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.	VALOR OFERTADO				12,72

Anexo 5 Análisis de precios unitarios

RUBRO	3			Unidad	Km
DETALLE	Señalización horizontal a=12 cm				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	1				0,23
CAMIONETA ABASTECEDORA	1	15,00	15	0,2857	4,29
ESCOBA AUTOPROPULSADA	0,02	20,00	0,4	0,2857	0,11
FRANJEADORA	1	12,00	12	0,2857	3,43
SUBTOTAL M					8,06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	B	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
PINTOR (EST. OCUP. D2)	0,2	3,69	0,74	0,2857	0,21
PEÓN (EST. PCUP. E2)	1	3,65	3,65	0,2857	1,04
OP. BARR. AUTOP. (EST. OCUP. C2)	2	3,86	7,72	0,2857	2,21
CHOFER CAMIONETA (EST. OCUP.	1	3,85	3,85	0,2857	1,10
SUBTOTAL N					4,56
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**COSTO**
			A	**B**	**D=C*R**
PINTURA ACRILICA TRÁFICO		GL	12,4	19	235,6
MICROESFERAS DE VIDRIO		KG	32,85	3,2	105,12
DILUYENTE O TIÑER		GALON	1,06	6,25	6,625
SUBTOTAL O					347,35
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**COSTO**
			A	**B**	**D=C*R**
		M3/KM			
SUBTOTAL P					0,00

	TOTAL COSTO DIRECTO X=(M+N+O+P)	359,96
	INDIRECTOS: 0,13%	46,80
	UTILIDAD: 0,07%	25,20
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	431,95
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.	VALOR OFERTADO	431,95

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO	4			Unidad	M2
DETALLE	Carpeta Asfáltica 2plg				

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
HERRAMIENTA MANUAL (5% MO)	1				0,01
FINISHER SLURRY	1	140,00	140	0,0025	0,35
CARGADORA FRONTAL	0,5	30,00	15	0,0025	0,04
DISTRIBUIDOR DE ASFALTOS	0,5	40,00	20	0,0025	0,05
AUTOTANQUE	0,5	16,50	8,25	0,0025	0,02
CAMIONETA ABASTECEDORA	0,5	15,00	7,5	0,0025	0,02
MINICARGADORA	0,5	15,00	7,5	0,0025	0,02
CRIBADORAS	0,5	10,05	5,025	0,0025	0,01
ESCOBA AUTOPROPULSADA	0,5	20,00	10	0,0025	0,03
SUBTOTAL M					0,54

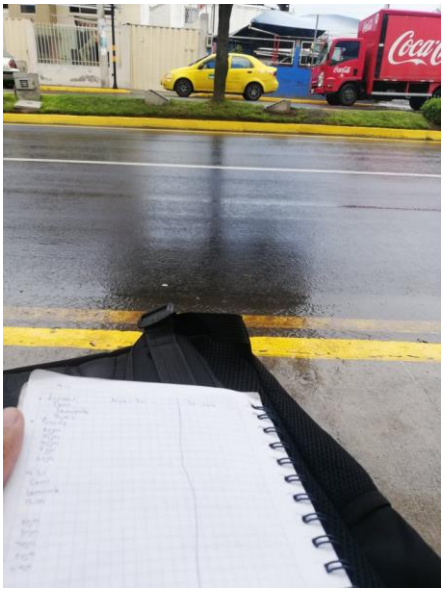
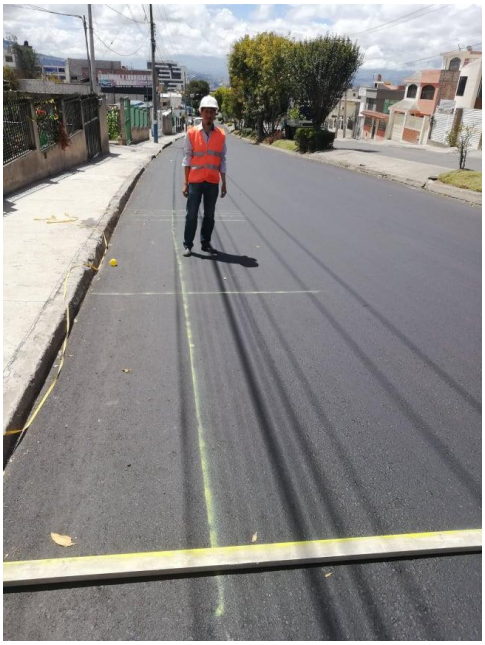
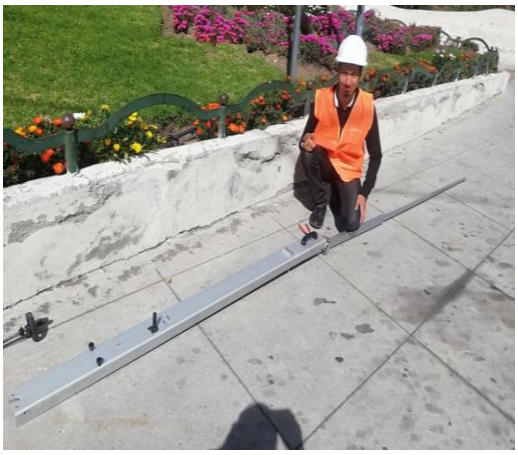
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	B	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
PEON (EST. OCUP. E2)	10	3,65	36,50	0,0025	0,09
OP.ACB. PAV. ASF. (EST. OCUP. C2)	1	3,86	3,86	0,0025	0,01
OP. CARGADORA FRON. (EST. OCUP. C1)	0,5	4,03	2,02	0,0025	0,01
OP. DIST. ASF. (EST. OCUP. C2)	0,5	3,86	1,93	0,0025	0,00
OP. CAMION MEZC. MICROPAV. (EST. OCUP. C1	0,5	4,03	2,02	0,0025	0,01
CHOF. CAMIONETA (EST. OCUP. C1)	0,5	3,85	1,925	0,0025	0,00
OP. MINIEX. MICAR. (EST. OCUP. C2)	0,5	3,86	1,93	0,0025	0,00
TRITURADORA (EST. OCUP. C2)	0,5	3,86	1,93	0,0025	0,00
OP. BARR. AUTOP. (EST. OCUP. C2)	0,5	3,86	1,93	0,0025	0,00
MAES. MAYOR. O.C (EST. OCUP. C1)	1	4,03	4,03	0,0025	0,01
SUBTOTAL N					0,15

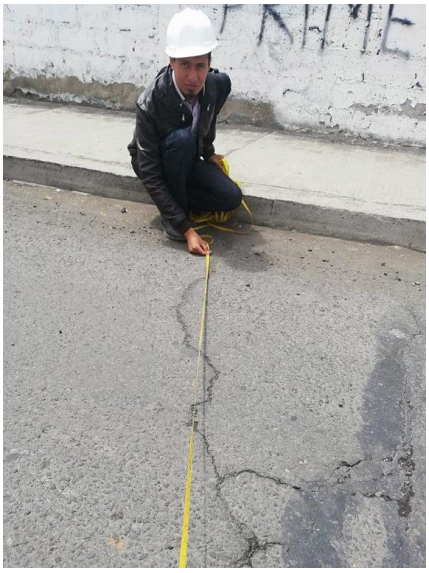
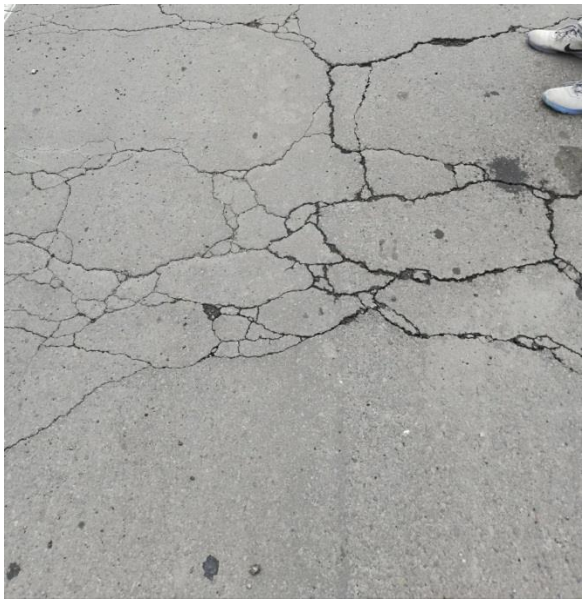
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**COSTO**
			A	**B**	**D=C*R**
AGREGADO TRITURADO GRANULOMETRIA TIPO II		M3	0,013	14	0,18
EMULSIÓN PARA SLURR Y SEAL CON POLIMEROS		KG	1,8	0,6	1,08
ADITIVO CONTROL DE ROTURA		KG	0,01	2,5	0,025
AGUA		M3	0,002	1,5	0,00
CEMENTO		KG	0,25	0,16	0,04
SUBTOTAL O					1,33

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**COSTO**
			A	**B**	**D=C*R**
MATERIAL PETREO		M3/KM	0,23	0,47	0,11
SUBTOTAL P					0,11

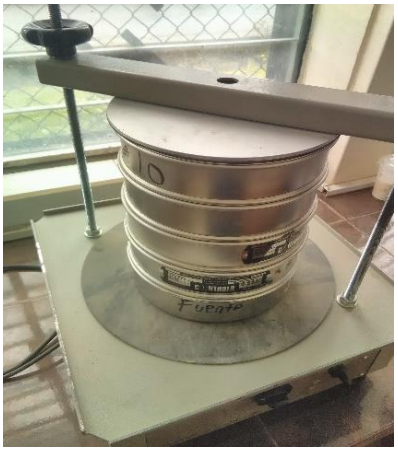
	TOTAL COSTO DIRECTO X=(M+N+O+P)	2,12
	INDIRECTOS: 0,13%	0,28
	UTILIDAD: 0,07%	0,15
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,55
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.	VALOR OFERTADO	2,55

Anexo 6 Archivo Fotográfico

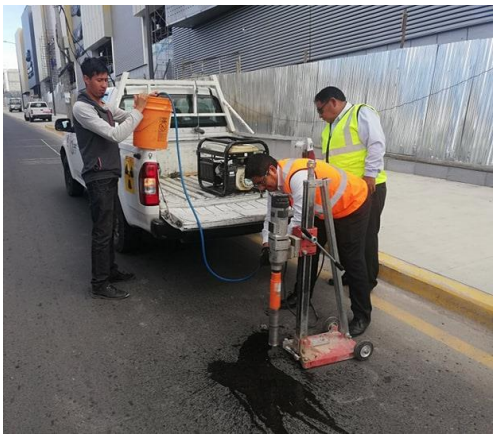
Fotografía 1  Punto del Conteo Vehicular	**Fotografía 2**  Trazado previo para ensayo de Viga Benkelman
Fotografía 3  Ejecución de ensayo Viga Benkelman	**Fotografía 4**  Lectura del dial de la viga Benkelman

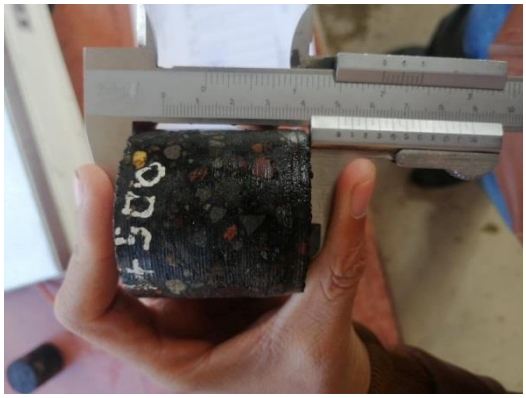
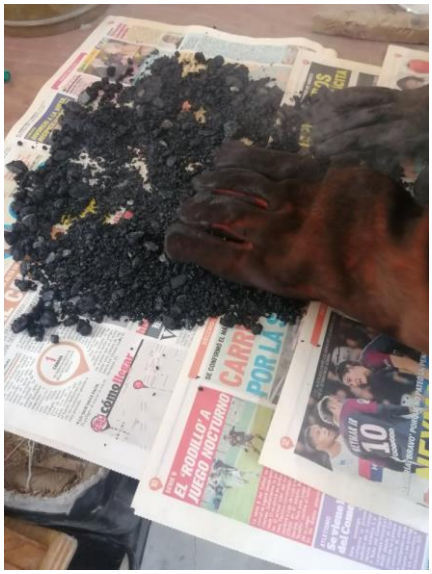
Fotografía 5  Identificación y medición de fallas	**Fotografía 6**  Falla transversal
Fotografía 7  Falla por grietas de contracción o de bloque	**Fotografía 8**  Falla tipo bache

Fotografía 9  Obtención de calicatas	**Fotografía 10**  Almacenamiento del material en costales
Fotografía 11  Secado del material extraído de la vía	**Fotografía 12**  Granulometría

Fotografía 13  Granulometría de agregado fino	**Fotografía 14**  Ensayo Granulometría agregado fino
Fotografía 15  Toma de peso del agregado fino	**Fotografía 16**  Ensayo Próctor

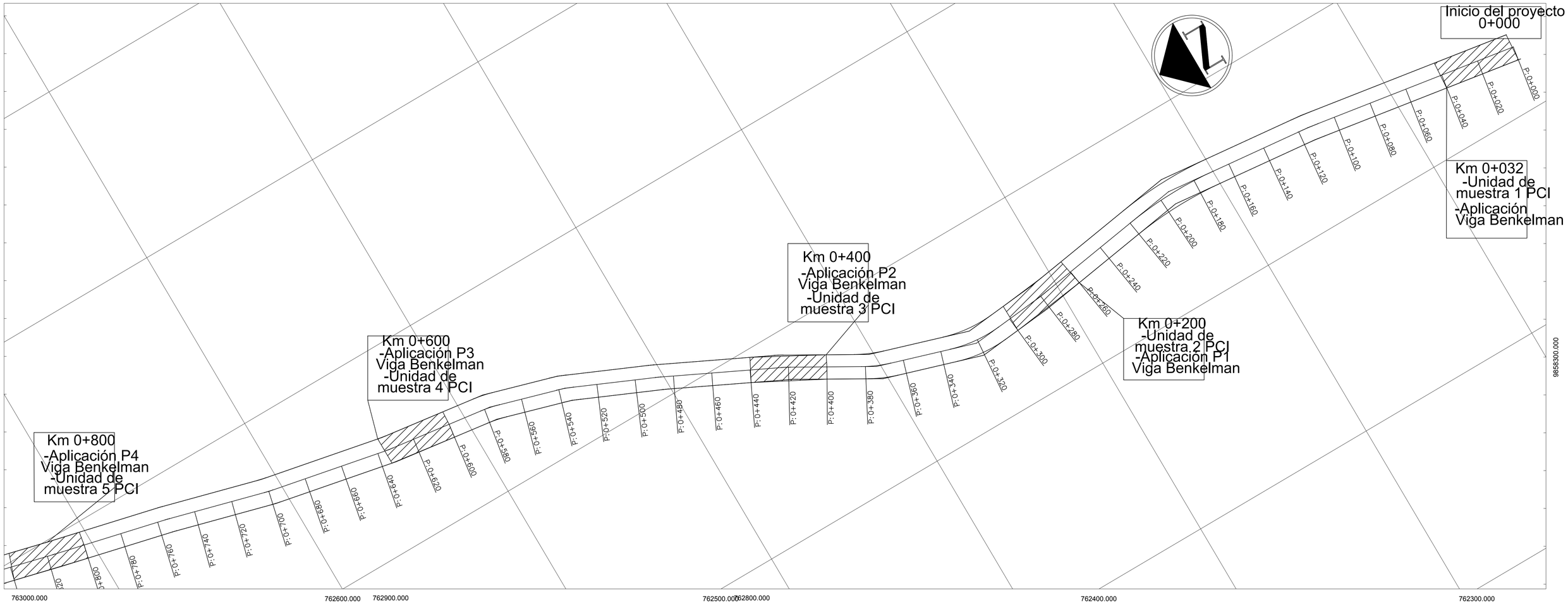
Fotografía 17  Toma de recipientes en el horno para contenido de humedad	**Fotografía 18**  Toma del peso de los moldes y sus dimensiones
Fotografía 19  Ensayo de límite liquido	**Fotografía 20**  Moldes sumergidos para CBR

Fotografía 21  Ensayo CBR	**Fotografía 22**  Datos obtenidos por medio del ensayo CBR
Fotografía 23  Extracción de núcleos de asfalto	**Fotografía 24**  Obtención e identificación de los núcleos de asfalto

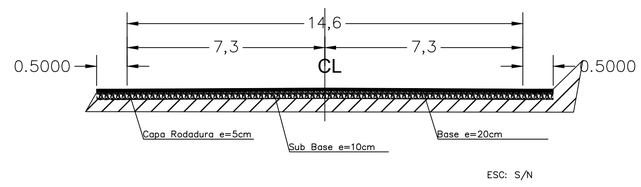
Fotografía 25  Toma de medidas y peso para gravedad específica	**Fotografía 26**  Colocación del asfalto en el horno
Fotografía 27  Disgregación del asfalto	**Fotografía 28**  Colocación del asfalto en la máquina centrífuga con gasolina

Fotografía 29	Fotografía 30
	
Quema del asfalto en gasolina en 100 ml	Tamizado del agregado del asfalto

Anexo 7 Planos



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



ESC: S/N

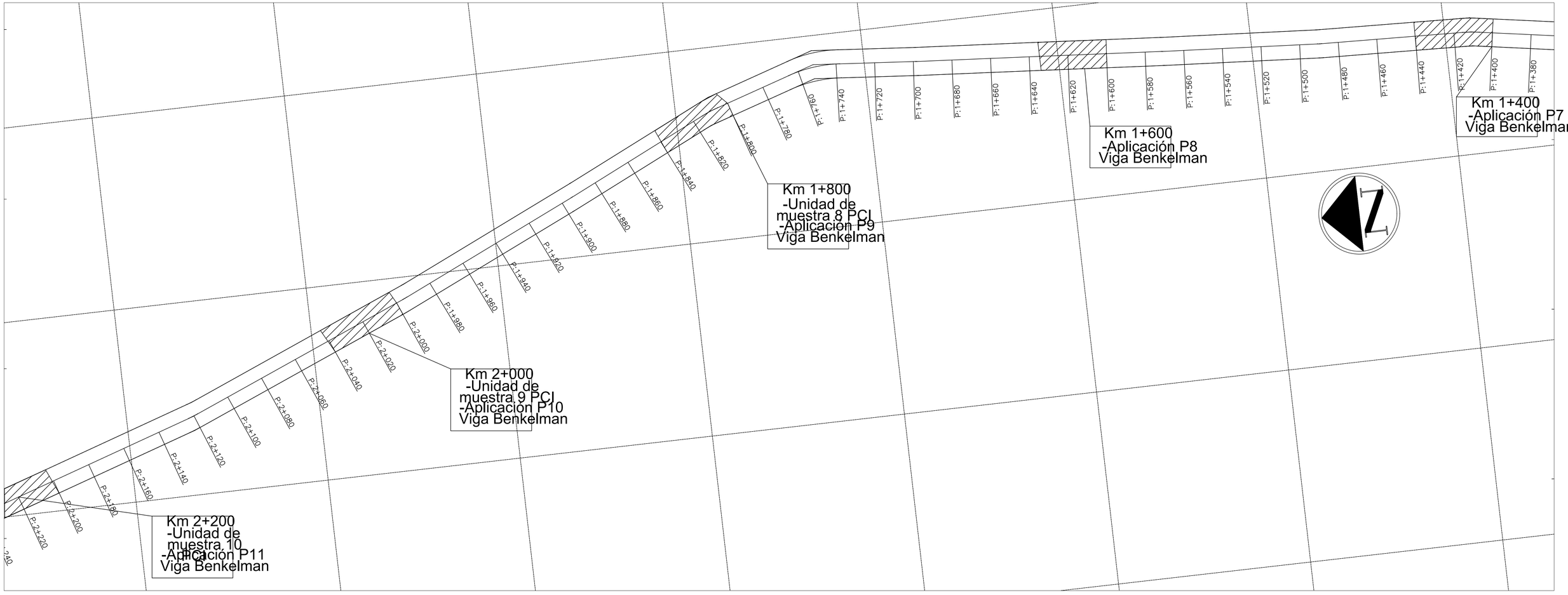
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIRÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: "EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA MANUELITA SÁENZ DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA AV. QUIZ QUIZ HASTA LA INTERSECCIÓN CON LA AV. JOSÉ PERALTA"

CONTIENE: PLANIMETRÍA DE LA VÍA, PUNTOS, ABSCISADO Y REFERENCIAS DE ENSAYOS.
TRAMO DESDE EL KM 0+000 AL KM 1+360

TIPO PAVIMENTO: ASFALTO NORMAS Y DESEÑO	LONGITUD: 1360.00m	ESTUDIO DEFINITIVO	PROVINCIA TUNGURAHUA	FECHA: JULIO 2019
				ESCALA 1:1000
Diseño: Egdo Xavier Salinas		Revisado: Ing.Mg. Portilla		LÁMINA 1/2

762900.000

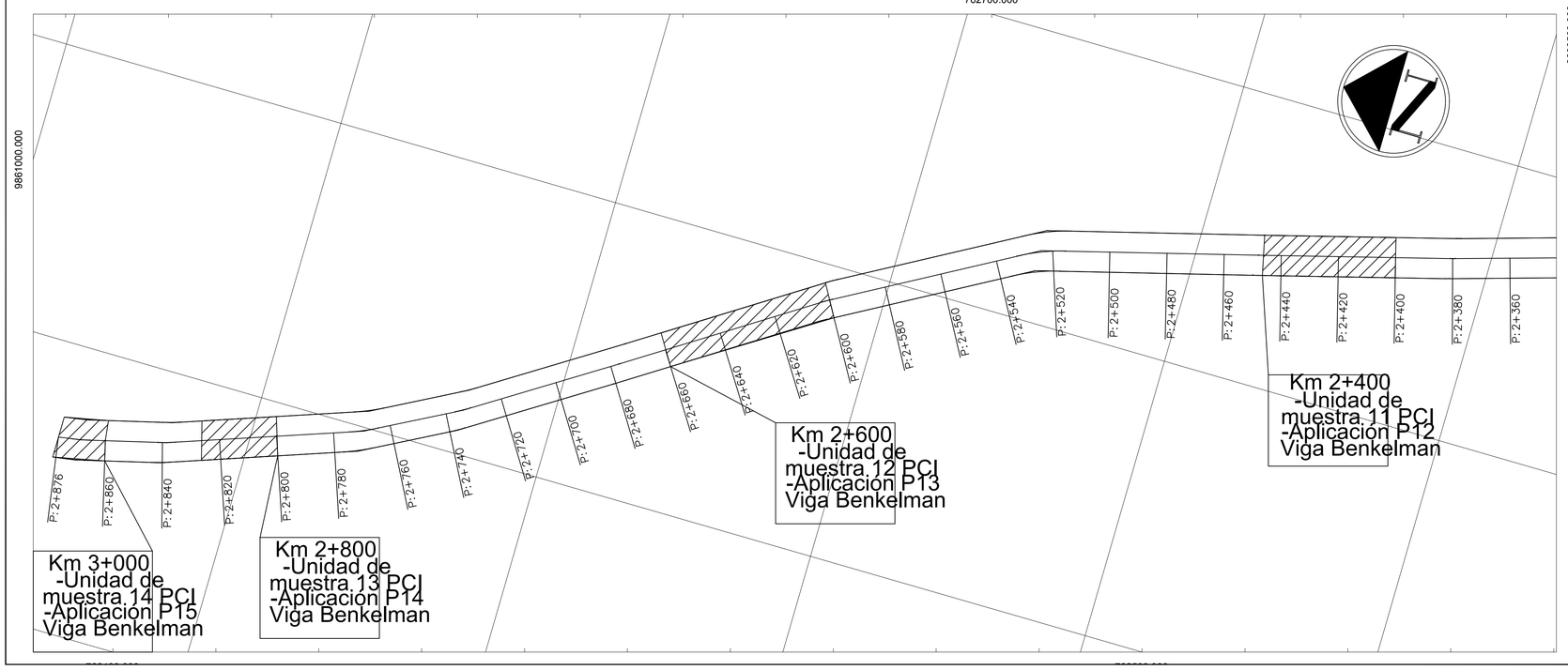


762700.000

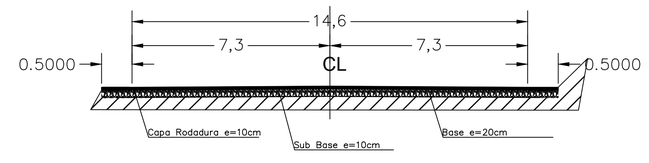
762600.000

9861000.000

9860500.000



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA



ESC: S/N

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

PROYECTO: "EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO DE LA VÍA MANUELITA SÁENZ DESDE LA INTERSECCIÓN CON LA AV. QUIZ QUIZ HASTA LA INTERSECCIÓN CON LA AV. JOSÉ PERALTA"

CONTIENE: PLANIMETRÍA DE LA VÍA, PUNTOS, ABSCISADO Y REFERENCIAS DE ENSAYOS.
TRAMO DESDE EL KM 1+360 AL KM 3+000

TIPO PAVIMENTO: ASFALTO	LONGITUD:	ESTUDIO	PROVINCIA	FECHA:
NORMAS Y DESEÑO	1440.00m	DEFINITIVO	TUNGURAHUA	JULIO 2019

ESCALA
1:1000

LÁMINA
2/2

Diseño: Egdo Xavier Salinas

Revisado: Ing.Mg. Portilla