

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



**CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo Experimental, previo la obtención del título de Ingeniera Civil**

**TEMA:**

---

“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO km 0+000 AL km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

---

**AUTOR:**

Ana Gabriela Núñez Ortiz

**TUTOR:**

Ing. M.Sc. Fricson Moreira

**AMBATO – ECUADOR**

**2019**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que el presente proyecto experimental realizado por la Srta. Ana Gabriela Núñez Ortiz, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el Tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los 5 capítulos que conforman el proyecto experimental dentro del tiempo establecido según normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

Ambato, Enero del 2019

---

Ing. M.Sc. Fricson Moreira

TUTOR

## **AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo, Ana Gabriela Núñez Ortiz, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, certifico que por medio del presente, que el Proyecto Experimental elaborado bajo el Tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, que los criterios, propuestas y estudios emitidos son de mi completa autoría a excepción de las citas, tablas y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, Enero 2019

---

Srta. Ana Gabriela Núñez Ortiz

C.I. 180450778-6

**AUTORA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la universidad técnica de Ambato para que haga de este trabajo experimental 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 trabajo experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor. Autor Ambato,

Enero del 2019

---

Srta. Ana Gabriela Núñez Ortiz

C.I. 180450778-6

AUTORA

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, de la egresada Ana Gabriela Núñez Ortiz, de la carrera de Ingeniería Civil, la misma que guarda conformidad 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.

Para constancia firman:

.....  
Ing. Mg. Betsabeth Suquillo

.....  
Ing. Mg. Rodrigo Acosta

Ambato, Abril 2019

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de graduación deseo dedicarlo a Dios por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente permitiéndome llegar hasta este punto y a la vez por darme salud para así lograr mis objetivos.

A mis padres Galo Núñez y Miryan Ortiz por brindarme cada palabra de apoyo, por su ejemplo de perseverancia quienes con amor, humildad me guiaron por el camino del respeto, responsabilidad, siendo ellos lo más importante en mi vida les dedico mi presente proyecto de investigación.

A mi hermana Fernanda quien estuvo para mí en todo momento con palabras de apoyo y de cariño, a mis abuelitos, a mi novio Damian por apoyarme en todo momento, a mi familia y amigos por compartir conmigo de buenos y malos momentos.

Ana Gabriela Núñez Ortiz

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por permitirme educarme y recibir los conocimientos necesarios para ser un profesional.

A mis maestros quienes supieron transmitir con gran sabiduría cada uno de sus conocimientos y experiencias adquiridas.

Al Ing. M.Sc. Fricson Moreira quien con sus conocimientos y profesionalismo supo guiarme y orientarme en el desarrollo de cada una de las etapas del proyecto investigativo para obtener un proyecto viable y eficiente.

Ana Gabriela Núñez Ortiz

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>II</b>
<b>AUTORÍA DEL TRABAJO .....</b>	<b>III</b>
<b>DERECHOS DE AUTOR .....</b>	<b>IV</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....</b>	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>XVII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XVIII</b>

### B. TEXTO

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>EL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. General .....	3
1.3.2 Específicos .....	3
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>4</b>
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	4
2.1.1 Vía o Carretera.....	4
2.1.1.1 Tipos de Pavimentos .....	5
2.1.1.2 Elementos que conforman la estructura del Pavimento .....	5
2.1.1.2.1 Suelo de fundación.....	5
2.1.1.2.2 Sub-base .....	6
2.1.1.2.3 Base.....	6
2.1.1.2.4 Capa de Rodadura.....	6
2.1.1.2.5 Sello .....	7
2.1.1.3 Tipos de Fallas o deterioros en un pavimento .....	7

2.1.1.3.1 Piel de Cocodrilo .....	8
2.1.1.3.2 Exudación.....	10
2.1.1.3.3 Agrietamiento en bloque .....	11
2.1.1.3.4 Abultamiento y Hundimientos .....	13
2.1.1.3.5 Corrugación .....	15
2.1.1.3.6 Depresión .....	16
2.1.1.3.7 Grieta.....	17
2.1.1.3.8 Grietas de Reflexión de Junta.....	19
2.1.1.3.9 Desnivel Carril /Berma .....	21
2.1.1.3.10 Grietas Longitudinales y Transversales (Nos son de reflexión de losas de concreto de cemento Pórtland).....	22
2.1.1.3.11 Parcheo y acometidas de servicios públicos.....	24
2.1.1.3.12 Pulimiento de Agregados .....	25
2.1.1.3.13 Huecos.....	26
2.1.1.3.14 Cruce de Vía Férrea .....	28
2.1.1.3.15 Ahuellamiento .....	29
2.1.1.3.16 Desplazamiento.....	30
2.1.1.3.17 Grietas Parabólicas.....	32
2.1.1.3.18 Hinchamiento.....	33
2.1.1.3.19 Desprendimiento de Agregados.....	34
2.1.2 Tráfico.....	36
2.1.3 Inventario Vial.....	39
2.1.4 Levantamiento Topográfico .....	39
2.1.5 Evaluación superficial del pavimento.....	40
2.1.5.1 Métodos de recolección de datos.....	40
2.1.5.2 Defectos Superficiales .....	40
2.1.5.3 Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) .....	41
2.1.5.4 Unidad de Muestreo.....	42
2.1.6 Evaluación de la capacidad estructural del pavimento .....	42
2.1.6.1 La deflectometría y sus usos. ....	43
2.1.6.1.1 Análisis estadístico de las deflexiones del tramo en evaluación .....	44
2.1.6.2 Equipos no destructivos .....	44
2.1.6.2.1 Clasificación de equipos no destructivos .....	44

2.1.6.3.1 Generalidades .....	45
2.1.6.3.2 Características de la Viga Benkelman .....	45
2.1.6.3.3 Procedimiento del ensayo de la Viga Benkelman .....	47
2.1.6.3.4 Ventajas y desventajas del equipo de medición no destructiva Viga Benkelman. ....	55
2.2 HIPÓTESIS .....	55
2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS .....	56
2.3.1 Variable Independiente .....	56
2.3.2 Variable Dependiente .....	56
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>57</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>57</b>
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	57
3.1.1 Tipos de Investigación .....	57
3.1.1.1 Investigación Bibliográfica .....	57
3.1.1.2 Investigación de laboratorio .....	57
3.1.1.3 Investigación de campo.....	57
3.1.2 Niveles de Investigación .....	57
3.1.2.1 Investigación Descriptiva.....	57
3.1.2.2 Investigación Experimental.....	58
3.1.2.3 Nivel Exploratorio .....	58
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
3.2.1 Población.....	58
3.2.2 Cuantitativo y Cualitativo .....	58
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	59
3.3.1 Variable Independiente .....	59
3.3.2 Variable Dependiente .....	60
3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	61
3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	61
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>62</b>
<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>62</b>
4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	62
4.1.1 Ubicación .....	62
4.1.2 Levantamiento Topográfico .....	62

4.1.3 Extracción De Muestras .....	63
4.1.4 Ensayo De Suelos .....	63
4.1.4.1 Límites de Consistencia .....	63
4.1.4.2 Granulometría.....	63
4.1.4.3 Ensayo de compactación Densidad (Proctor Modificado).....	63
4.1.4.4 Ensayo de CBR.....	63
4.1.4.5 Ensayo de desgaste por abrasión .....	63
4.1.5 Conteo Vehicular .....	64
4.1.6 Índice De Condición Del Pavimento .....	64
4.1.7 Deflectometría Del Pavimento .....	64
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	65
4.2.1 EVALUACIÓN DESTRUCTIVA DEL PAVIMENTO .....	65
4.2.1.1 Espesores de capas.....	65
4.2.1.2 Clasificación Granulométrica y Límites Atterberg .....	65
4.2.1.3 Ensayos de compactación .....	66
4.2.1.4 Ensayo de CBR.....	67
4.2.1.5 Ensayo de desgaste por Abrasión .....	68
4.2.1.6 Determinación del tipo de suelo .....	68
4.2.2 EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO: MÉTODO PCI .....	72
4.2.2.1 Unidad de muestras: Vía Manzana de Oro - Montalvo .....	72
4.2.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO .....	97
4.2.3.2 Cálculo del factor hora pico .....	98
4.2.3.3 Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) .....	99
4.2.3.4 Tráfico futuro o proyectado.....	103
4.2.3.5 Calculo de ejes equivalentes .....	104
4.2.4 EVALUACIÓN DEFLECTOMETRÍA DE PAVIMENTO CON LA VIGA BENKELMAN.....	108
4.2.4.1 Medición de Deflexiones con la Viga Benkelman .....	108
4.2.4.2 Cálculo del ensayo de Viga Benkelman .....	111
4.2.4.2.1 Cálculo de Deflexiones .....	111
4.2.4.2.2 Corrección por temperatura.....	114
4.2.4.2.3 Corrección por estacionalidad .....	116

4.2.4.2.4 Determinación del Radio de Curvatura.....	118
4.2.4.2.5 Deflexión Característica.....	118
4.2.4.2.6 Deflexión Admisible.....	119
4.2.4.2.7 Deflexión crítica.....	119
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	124
4.4. PLAN DE MANTENIMIENTO VIAL.....	124
4.4.1 Objetivo.....	124
4.4.2 Ubicación y Generalidades.....	124
4.4.2.1 Ubicación.....	124
4.4.2.2 Características generales de la vía.....	124
4.4.3 Tipos de mantenimiento Vial.....	125
4.4.4 Análisis de Propuesta de Intervención.....	127
4.4.4.1 En función al valor de PCI.....	127
4.4.4.2 En función a la deflectometría de la vía.....	127
4.4.5 Posibles causas.....	129
4.4.5.1 Posibles causas de la estructura de la vía según PCI y deflectometría de la vía Ensayo Benkelman.....	129
4.4.5.2 Recomendación de intervención en la estructura del pavimento.....	130
4.4.6 Diseño de espesores de la nueva estructura del pavimento.....	131
4.4.7 Presupuesto referencial por secciones.....	140
4.4.8 Análisis de precios unitario.....	141
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>152</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>152</b>
4.1 CONCLUSIONES.....	152
4.2 RECOMENDACIONES.....	153
<b>C. MATERIALES DE REFERENCIA</b>	
<b>1. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>154</b>
<b>2. ANEXOS.....</b>	<b>156</b>

# ÍNDICE DE IMÁGENES, CUADROS, GRÁFICOS Y ANEXOS

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. 1 Ubicación del proyecto .....	1
Imagen 2. 1 Estructura típica de un pavimento	7
Imagen 2. 2 Piel de cocodrilo baja severidad	9
Imagen 2. 3 Piel de cocodrilo de media severidad	9
Imagen 2. 4 Piel de cocodrilo de alta severidad	10
Imagen 2. 5 Exudación de baja severidad	11
Imagen 2. 6 Exudación de severidad media	11
Imagen 2. 7 Exudación de severidad alta	11
Imagen 2. 8 Grietas en bloque de baja severidad	12
Imagen 2. 9 Grietas en bloque de severidad media	13
Imagen 2. 10 Grietas en bloque de alta severidad	13
Imagen 2. 11 Abultamientos e hundimientos de baja severidad	14
Imagen 2. 12 Abultamientos y hundimientos de severidad media	14
Imagen 2. 13 Abultamientos y hundimientos de alta severidad	15
Imagen 2. 14 Corrugación de baja severidad	15
Imagen 2. 15 Corrugación de severidad media	16
Imagen 2. 16 Corrugación de alta severidad	16
Imagen 2. 17 Depresión de baja severidad	17
Imagen 2. 18 Depresión de severidad media	17
Imagen 2. 19 Depresión de alta severidad	17
Imagen 2. 20 Grieta de borde de baja severidad	18
Imagen 2. 21 Grieta de borde de severidad media	18
Imagen 2. 22 Grieta de borde de severidad alta	18
Imagen 2. 23 Grieta de reflexión de junta de baja severidad	20
Imagen 2. 24 Grieta de reflexión de junta de severidad media	20
Imagen 2. 25 Grieta de reflexión de severidad alta	20
Imagen 2. 26 Desnivel carril/berma de baja severidad	21
Imagen 2. 27 Desnivel carril /berma de severidad media	21
Imagen 2. 28 Desnivel carril/berma de alta severidad	22
Imagen 2. 29 Grietas longitudinales y transversales de baja severidad	23
Imagen 2. 30 Grietas longitudinales y transversales de severidad media	23
Imagen 2. 31 Parcheo y acometidas de servicios públicos	25
Imagen 2. 32 Parcheo de severidad media	25
Imagen 2. 33 Parcheo de severidad alta	25
Imagen 2. 34 Pulimento de agregados	26
Imagen 2. 35 Hueco de baja severidad	27
Imagen 2. 36 Hueco de severidad media	27
Imagen 2. 37 Hueco de severidad alta	28
Imagen 2. 38 Cruce de vía férrea de baja severidad	28
Imagen 2. 39 Cruce de vía férrea de severidad media	29
Imagen 2. 40 Cruce de vía férrea de severidad alta	29
Imagen 2. 41 Ahuellamiento de baja severidad	30
Imagen 2. 42 Ahuellamiento de severidad media	30
Imagen 2. 43 Ahuellamiento de severidad alta	30
Imagen 2. 44 Desplazamiento de baja severidad	31
Imagen 2. 45 Desplazamiento de severidad media	31
Imagen 2. 46 Desplazamiento de severidad alta	32

Imagen 2. 47 Grieta parabólica de baja severidad	33
Imagen 2. 48 Grieta parabólica de severidad media	33
Imagen 2. 49 Hinchamiento. El nivel de severidad se basa en el criterio de calidad de tránsito	34
Imagen 2. 50 Meteorización / desprendimiento de agregados de baja severidad	35
Imagen 2. 51 Meteorización / desprendimiento de agregados de severidad media	35
Imagen 2. 52 Meteorización / desprendimiento de agregados de alta severidad	35
Imagen 2. 53 Hora de diseño (30va HD)	38
Imagen 2. 54 Deflexión en el pavimento asfáltico	43
Imagen 2. 55 Esquema y principio de la viga Benkelman	46
Imagen 2. 56 Configuración geométrica del sistema de carga en la viga Benkelman	47
Imagen 2. 57 Esquematación del proceso de medición con la viga Benkelman	49
Imagen 2. 58 Deflexiones	50
Imagen 4. 1 Ubicación del proyecto	62
Imagen 4. 2 Localización de las estaciones de conteo vehicular	64
Imagen 4. 3 Implantación Unidad 1	74
Imagen 4. 4 Curvas denominadas valores deducidos del daño falla grietas longitudinales y transversales (L=bajo, M= Medio, H=alto)	75
Imagen 4. 5 Curvas denominadas valores deducidos del daño falla piel de cocodrilo (L=bajo, M= Medio, H=alto)	76
Imagen 4. 6 Curvas denominadas valores deducidos del daño falla grietas longitudinales y transversales (L=bajo, M= Medio, H=alto)	77
Imagen 4. 7 Curvas denominadas valores deducidos del daño fisura en bloque (L=bajo, M= Medio, H=alto)	78
Imagen 4. 8 Curvas denominadas valores deducidos del daño parcheo (L=bajo, M= Medio, H=alto)	79
Imagen 4. 9 Curva de corrección	80
Imagen 4. 10 Evaluación de condición del pavimento Tramo Manzana de Oro - Montalvo	96
Imagen 4. 11 Distancia al borde del pavimento según el ancho de carril	109
Imagen 4. 12 Posicionamiento de la viga al eje de las ruedas de la volqueta	109
Imagen 4. 13 Medición de temperatura del pavimento	110
Imagen 4. 14 Colocación de la viga en la marca de inicio	110
Imagen 4. 15 Toma de lecturas	111
Imagen 4. 16 Ensayo deflexiones Viga Benkelman del Tramo Manzana de Oro - Montalvo k 0+000 al k 2+400	121
Imagen 4. 17 Rango de PCI para cada sección característica	127
Imagen 4. 18 Monograma para estimar el coeficiente estructural a1	134
Imagen 4. 19 Monograma para estimar el coeficiente estructural a2	135
Imagen 4. 20 Monograma para estimar el coeficiente estructural a3	136
Imagen 4. 21 Numero estructural SN programa AASHTO-93	137

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2. 1 Longitudes de unidad de muestras asfálticas .....	8
Cuadro 2. 2 Nivel de severidad para huecos .....	27
Cuadro 2. 3 Índice de condición del pavimento.....	38
Cuadro 2. 4 Rangos de calificación del PCI.....	41
Cuadro 2. 5 Longitudes de unidades de muestreo asfáltico.....	42
Cuadro 2. 6 Factor de corrección por estacionalidad .....	52
Cuadro 2. 7 Ecuaciones de deflexiones características .....	53
Cuadro 2. 8 Características del Pavimento de acuerdo al Tipo de Deflexión y Radio de Curvatura....	54

Cuadro 3. 1 Implementación del proceso de conservación	59
Cuadro 3. 2 Estructura de la capa de rodadura	60
Cuadro 3. 3 Plan de recolección de información	61
Cuadro 4. 1 Espesor de capas de estructura del pavimento	65
Cuadro 4. 2 Resumen de análisis granulométrico de material existente	66
Cuadro 4. 3 Resumen ensayo de compactación	67
Cuadro 4. 4 Resumen de ensayo CBR	67
Cuadro 4. 5 Resumen de ensayo de desgaste por Abrasión	68
Cuadro 4. 6 Determinación del tipo de Subrasante	69
Cuadro 4. 7 Determinar el tipo de Sub-base	70
Cuadro 4. 8 Determinación del tipo de base	71
Cuadro 4. 9 Formato para la evaluación del pavimento Método PCI.	72
Cuadro 4. 10 Unidad de muestra U 1	82
Cuadro 4. 11 Unidad de muestra U 8	83
Cuadro 4. 12 Unidad de muestra U 15	84
Cuadro 4. 13 Unidad de muestra U 22	85
Cuadro 4. 14 Unidad de muestra U 29	86
Cuadro 4. 15 Unidad de muestra U 36	87
Cuadro 4. 16 Unidad de muestra U 43	88
Cuadro 4. 17 Unidad de muestra U 50	89
Cuadro 4. 18 Unidad de muestra U 57	90
Cuadro 4. 19 Unidad de muestra U 64	91
Cuadro 4. 20 Unidad de muestra U 71	92
Cuadro 4. 21 Unidad de muestra U 78	93
Cuadro 4. 22 Unidad de muestra U 80	94
Cuadro 4. 23 Resumen evaluación superficial del tramo Manzana de Oro- Montalvo	95
Cuadro 4. 24 Porcentaje de afectación de acuerdo al tipo y categoría de falla de las Unidades analizadas del Tramo Manzana de Oro- Montalvo	96
Cuadro 4. 25 Categoría de vehículos de acuerdo al peso	97
Cuadro 4. 26 Conteo del tráfico en hora pico	98
Cuadro 4. 27 Resumen del TPDA	101
Cuadro 4. 28 Ejes equivalentes	105
Cuadro 4. 29 Factores de daño	105
Cuadro 4. 30 Calculo del tráfico futuro	106
Cuadro 4. 31 Calculo del numero de ejes equivalentes W18	107
Cuadro 4. 32 Distancia al borde del pavimento según el ancho del carril	109
Cuadro 4. 33 Calculo de deflexiones, km 0+000 al km 2+400	113
Cuadro 4. 34 Tabla de Cálculo de Deflexiones Corregidas por temperatura Km 0+000 – km 2+400	115
Cuadro 4. 35 Tipo de suelo y estación	116
Cuadro 4. 36 Tabla de cálculo de deflexiones corregidas por estacionalidad km 0+000 – km 2+400	117
Cuadro 4. 37 Deflexiones corregidas, radio de curvatura, deflexión característica, admisible y crítica	120
Cuadro 4. 38 Evaluación del pavimento considerando deflexiones y radio de curvatura	121
Cuadro 4. 39 Muestras y espesores de la estructura del pavimento	124
Cuadro 4. 40 Clasificación del mantenimiento en vías pavimentadas	126
Cuadro 4. 41 Indicadores de mantenimiento según el PCI	127
Cuadro 4. 42 Causas de los deterioros tramo Manzana de Oro – Montalvo según PCI	129
Cuadro 4. 43 Causas de los deterioros tramo Manzana de Oro – Montalvo según Viga Benkelman	130

Cuadro 4. 44 Recomendación de intervención en función al PCI.	130
Cuadro 4. 45 Recomendación de intervención en función de la Viga Benkelman	131
Cuadro 4. 46 Periodo de diseño según el tipo de carretera	131
Cuadro 4. 47 Niveles de confiabilidad R	131
Cuadro 4. 48 Valores de Desviación Estándar Zr	132
Cuadro 4. 49 Calculo CBR de diseño	132
Cuadro 4. 50 Calculo CBR de diseño de la Sub-base	135
Cuadro 4. 51 Calidad de drenaje	137
Cuadro 4. 52 Coeficiente de drenaje	137
Cuadro 4. 53 Espesores mínimos por capa	138
Cuadro 4. 54 Diseño método AASHTO 93 para pavimentos flexibles	139

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4. 1 Comparación de calicatas de la Sub-rasante.....	68
Gráfico 4. 2 Comparación de calicatas de la Sub-base.....	69
Gráfico 4. 3 Comparación de calicatas de la base.....	71
Gráfico 4. 4 Porcentaje de afectación de acuerdo al tipo de falla de las unidades analizadas del Tramo Manzana de Oro - Montalvo.....	96
Gráfico 4. 5 Tráfico diario tramo Manzana de Oro - Montalvo km 0+000 al km 2+400 .....	101
Gráfico 4. 6 Tráfico hora pico día de mayor flujo vehicular .....	102
Gráfico 4. 7 Porcentaje de conteo hora pico.....	102
Gráfico 4. 8 Porcentaje de los tipos de vehículos del TPDA TOTAL.....	103
Gráfico 4. 9 Comportamiento de la Sub-rasante del Tramo Manzana de Oro – Montalvo k 0+000 al k 2+400.....	122
Gráfico 4. 10 Comportamiento del pavimento del Tramo Manzana de Oro - Montalvo k 0+000 al k 2+400.....	122
Gráfico 4. 11 Comportamiento de la Sub-rasante del Tramo Manzana de Oro – Montalvo k 0+000 al k 2+400.....	128
Gráfico 4. 12 Comportamiento del pavimento del Tramo Manzana de Oro - Montalvo k 0+000 al k 2+400.....	128

## RESUMEN EJECUTIVO

**TEMA:** “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO K 0+000 AL K 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

**AUTORA:** Ana Gabriela Núñez Ortiz

**FECHA:** Enero, 2019

El presente proyecto tiene como objetivo la Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la provincia de Tungurahua, para de esta manera elaborar un plan de mantenimiento vial.

Para proceder al diseño del proyecto se realizó Investigación de Campo y laboratorio, Normas Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO o en inglés American Association of State Highway and Transportaation Officials), Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASTMo en inglés American Society of Testing Materials), Instituto Nacional de Normalización (INEN), Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), Investigación Bibliográfica, en el proyecto se realizó diversas actividades tales como el levantamiento de la vía existente con un equipo de precisión, en cada kilómetro se realizó una calicata para poder extraer muestras de suelo alteradas para realizar los ensayos de suelos en laboratorio, la evaluación del Índice de condición del pavimento que se trata de una evaluación de carácter visual donde identificamos los daños localizados y a su vez la severidad de este, tomando un número promedio de muestras, y el ensayo de Deflectometría del pavimento con la Viga Benkelman.

Realizada la comparación de los dos métodos antes mencionados (PCI Y Viga Benkelman), se realizará el reforzamiento de la estructura del pavimento en la vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo de la abscisa k 0+000 a la abscisa k 2+400 de la provincia de Tungurahua. Dicho reforzamiento tiene un presupuesto referencial de 445.231,65 USD.

## **ABSTRACT**

This project aims to implement the process of conservation of the structure of the rolling layer of the road Manzana de Oro - Montalvo in the section k 0 + 000 to k 2 + 400 of the province of Tungurahua, in this way Develop a road maintenance plan.

In order to proceed with the design of the project, a field and laboratory investigation was carried out, as well as the American Association of State Highway and Transportation Standards (AASHTO or American Association of State Highway and Transportation Officials), the American Materials Testing Association (ASTM in English). Society of Testing Materials), National Institute of Normalization (INEN), Ministry of Transport and Public Works (MTOPE), Bibliographic Research, in the project several activities were carried out, such as the lifting of the existing road with a precision equipment, in each kilometer a pit was made to be able to extract altered soil samples to perform soil tests in the laboratory, the evaluation of the pavement condition index that is a visual evaluation where we identify the localized damages and in turn the severity of this , taking an average number of samples, and the test of Def pavement readometry with the Benkelman beam.

After comparing the two methods mentioned above (PCI and Benkelman Beam), the reinforcement of the pavement structure will be carried out on the Via de Oro - Montalvo road in the section of the abscissa k 0 + 000 to the abscissa k 2 + 400 from the province of Tungurahua. This reinforcement has a referential budget of 445,231.65 USD.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

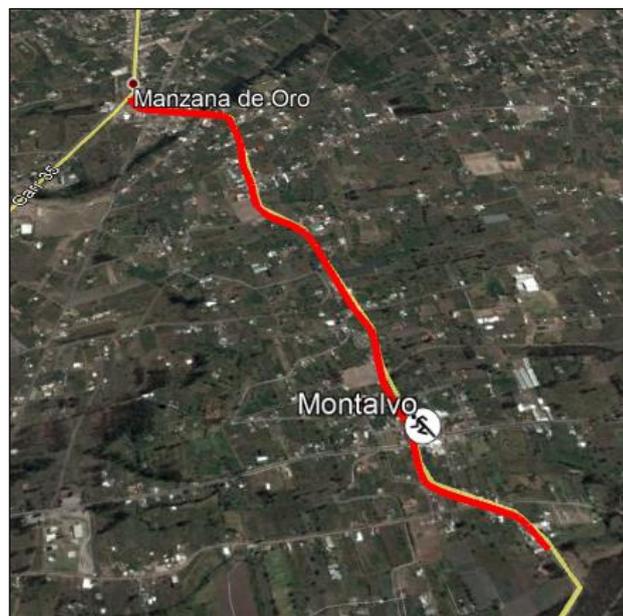
### 1.1. ANTECEDENTES

La evaluación de pavimentos flexibles es un procedimiento que en nuestro país se lo ha realizado muy poco, quienes han sido los proponentes de este sistema son los de la empresa privada para brindar información y de esta manera dar una alternativa de mantenimiento de vías en términos de economía y ecología; siendo un tema nuevo y de poca información en nuestro país. Teniendo que recurrir a métodos e información de otros países. [1]

La evaluación estructural de los pavimentos, aumenta a medida que se completa el período de diseño, su construcción, y la necesidad de preservarlo y rehabilitarlo. [2]

El proyecto “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la Provincia de Tungurahua” se encuentra ubicado entre el cantón Ambato y la Parroquia Montalvo, siendo una vía importante que conecta a otros cantones como Cevallos y Quero es necesario que permanezca siempre en condiciones adecuadas de transitabilidad y movilidad.

Imagen 1. 1 Ubicación del proyecto



Fuente: Autor

## 1.2.JUSTIFICACIÓN

El Gobierno Nacional cumpliendo el mandato de la Constitución del 2008, a través del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, ha desarrollado e implementado un plan estratégico para el mejoramiento de población, diseño construcción y mantenimiento de los proyectos.

La red vial del Ecuador es un pilar básico para el fomento de la productividad basada en los principios de equidad, equivalencia, excelencia, sostenibilidad ambiental y competitividad, que hace posible el cumplimiento del plan nacional de desarrollo y los principios del Buen Vivir. [3]

El estado de conservación o deterioro de los pavimentos está relacionado directamente con la gestión vial implementada, y por tanto con el programa de inversiones e intervenciones que se ejecuta en la Red Vial Nacional en un período dado, Así, la evaluación bienal del estado de la red vial se convierte en una herramienta eficaz para la rendición de cuentas de la gestión de dicha infraestructura y brinda a las ingenierías de caminos y planificadores viales una base técnica que facilita la toma decisiones en la relación con dichas gestión [4]

La infraestructura vial ha sido víctima constante de deterioros, ya sea a causa de la peligrosidad sísmica o los factores climáticos y sociales; a este problema se suma el poco y defectuoso mantenimiento que reciben las carreteras de las patrias, provocando una afectación directa al desarrollo económico y productivo de la nación, fomentando así la pobreza y restringiendo el acceso a productos, bienes y servicios necesarios para la población [3]

Las carreteras intercantonales de la Provincia de Tungurahua son eficientes desde el punto de vista técnico, ya que posee un trazado seguro a pesar de encontrarse en una topografía montañosa, adicional a esto la gran mayoría de vías de la Provincia tiene como superficie de rodadura una capa asfáltica de buen diseño y la señalización horizontal y vertical.

Los costos de mantenimiento vial son relativamente bajos en comparación a los de una reconstrucción total de los diferentes componentes de la vía como son: calzada, espaldones, obras de drenaje, seguridad vial y derecho de la vía; además gracias a un correcto y oportuno mantenimiento se prolonga la vida útil de cada uno de estos

elementos, ayudando así a ahorrar recursos económicos que en la actualidad escasean.  
[5]

### **1.3.OBJETIVOS**

#### **1.3.1. General**

Proponer un sistema de gestión de conservación vial en función de las características físicas de la vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la Provincia de Tungurahua.

#### **1.3.2 Específicos**

- Disponer de un levantamiento topográfico de la vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la Provincia de Tungurahua.
- Conocer la movilidad vehicular en la vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la Provincia de Tungurahua.
- Evaluar cada uno de los componentes físicos de la vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la Provincia de Tungurahua.
- Proponer el sistema de gestión de conservación vial adecuado de la vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la Provincia de Tungurahua.

## CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN

### 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1 Vía o Carretera

Es una infraestructura de transporte especialmente acondicionado dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. [4]

En el proyecto integral de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el fin de que la vía sea funcional, segura cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente. [4]

Una vía será funcional de acuerdo a su tipo de características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una velocidad de operación suficiente. [4]

La geometría de la vía tendrá como premisa básica la de ser segura, a través de un diseño simple, uniforme y consistente. [4]

La vía será cómoda en la medida en que se disminuya las aceleraciones de los vehículos y sus variaciones, lo cual se logrará ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por las que optan los conductores a lo largo de los tramos rectos. [4]

La vía será estética al adaptar al paisaje, permitiendo generar visuales agradables a las perspectivas cambiantes, produciendo en el conductor un recorrido fácil. [4]

La vía será económica cuando cumpliendo con los demás objetivos, ofrece el menor costo posible tanto en su construcción como en su mantenimiento. [4]

Finalmente la vía será compatible con el medio ambiente, adaptándola en lo posible a la topografía natural, a los usos del suelo y al valor de la tierra, y procurando mitigar o minimizar los impactos ambientales. [4]

### 2.1.1.1 Tipos de Pavimentos

- **Pavimentos Flexibles:** Son aquellos pavimentos que se adaptan a las deformaciones del suelo sin que parezcan tensiones adicionales.
- **Pavimentos Semi rígidos:** Tienen una similitud al pavimento flexible, con la diferencia que una de sus capas está rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos.
- **Pavimentos Rígidos:** Son aquellos que no se adaptan a las deformaciones del sub suelo y que además resisten a las tensiones de tracción, dentro de este grupo se encuentran los pavimentos de hormigón de cemento Portland.
- **Pavimentos Articulado:** Están compuestos por una capa de rodadura elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamado adoquines y también los empedrados. [6]

### 2.1.1.2 Elementos que conforman la estructura del Pavimento

La estructura de un pavimento se encuentra formada por diferentes capas como son: suelo de fundación, sub-base, base, capa de rodadura, sello; pero es necesario aclarar que no siempre se encontrarán todas las capas que se detallan. En tales casos, la ausencia de una o varias de ellas dependerá de factores como la capacidad de soporte del terreno de fundación, la clase de material a utilizarse, el tipo de pavimento, intensidad de tránsito, carga de diseño, clima, etc. [6]

#### 2.1.1.2.1 Suelo de fundación

Al referirnos a los suelos, los factores que deben ser considerados son la resistencia y la susceptibilidad a la humedad.

El agua también puede llegar al terreno de fundación a partir de la infiltración por los bordes o espaldones o mediante ascensión de agua subterránea por capilaridad. Muchos de estos problemas pueden ser solucionados, mediante la construcción de drenajes, impermeabilizando los espaldones y sobre todo construyendo una superficie de rodadura de buena calidad. [7]

#### **2.1.1.2.2 Sub-base**

“Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base”.

Esta capa cumple los siguientes objetivos:

- ✓ Servir de capa de drenaje del pavimento.
- ✓ Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen, elasticidad y disminuir la plasticidad que perjudican el material de la subrasante o terreno de fundación.
- ✓ Controlar la capilaridad del agua, proveniente de niveles freáticos infrayacentes cercanos. [7]

#### **2.1.1.2.3 Base**

Es la capa que tiene por finalidad obtener los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos, repartiendo uniformemente estos esfuerzos a la capa de sub-base y al terreno de fundación. Las bases pueden ser granulares o estar formados por mezclas bituminosas, mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante.

Esta capa cumple los siguientes objetivos:

- ✓ Por su función estructural, reduce los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores.
- ✓ Ser resistentes a los cambios de humedad y temperatura.
- ✓ No debe presentar cambios de volumen.
- ✓ Reducir el espesor de la capa de rodadura. [7]

#### **2.1.1.2.4 Capa de Rodadura**

Formada por una o varias capas que se colocan sobre la base, dichas capas consisten en materiales granulares con o sin liga, y por lo general son de concreto asfáltico o hidráulico.

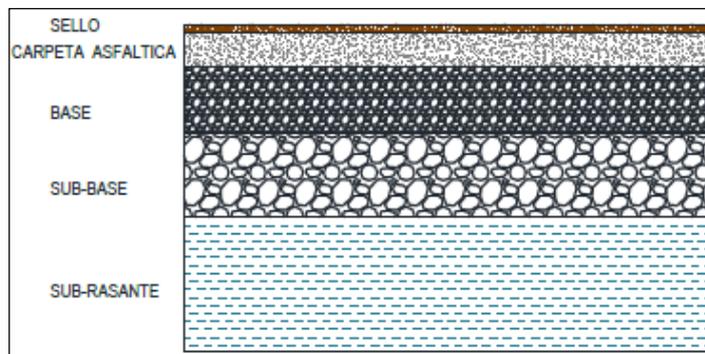
Este es el elemento del pavimento sobre el cual circulan directamente los vehículos y peatones. Las funciones que deben cumplir son:

- ✓ Recibir y absorber en primera instancia el peso de los vehículos que circulan sobre la vía.
- ✓ Minimizar sensiblemente los esfuerzos que se transmiten hacia la terracería.
- ✓ Si la capa de rodadura posee un espesor mayor o igual a cinco centímetros, se considera que trabaja junto al resto de capas para soportar las cargas y distribuir los esfuerzos.
- ✓ Proveer una superficie estable para el tránsito, uniforme, prácticamente impermeable, con una textura y color convenientes y que a la vez sea capaz de resistir los efectos abrasivos del tráfico. [6]

#### 2.1.1.2.5 Sello

Se coloca en algunas ocasiones sobre la capa de rodadura y está formado por una mezcla bituminosa de asfalto. Sobre esta superficie se coloca a veces, un riego de arena o chispa y su función es la de lograr la impermeabilización de la capa de rodadura, a fin de evitar la infiltración de las aguas de lluvia. [6]

Imagen 2. 1 Estructura típica de un pavimento



Fuente: Ings. Victor Lasso y Segundo González, 2014

#### 2.1.1.3 Tipos de Fallas o deterioros en un pavimento

Los deterioros son aquellas modificaciones del pavimento respecto de sus estado original que se ha desarrollado por el desgaste normal, deficiencias de los materiales que lo conforman o los soportan, factores como: aire, agua, luz ultravioleta, casos fortuitos como: fallas de sistema de alcantarillado y abastecimiento de agua potable, erupciones volcánicas, entre otros, que disminuyen los niveles de seguridad, comodidad y confianza de los pavimentos, obligando de cierta manera a disminuir la

velocidad de los vehículos que transitan, ya sea por la seguridad, comodidad o ambos. En casos extremos de deterioro de circulación vehicular puede verse interrumpida.

A continuación se detallan los tipos de fallas, las cuales podrían clasificarse en fallas superficiales y estructurales, como se presenta en la Tabla 1. Las fallas presentadas únicamente son las 19 fallas definidas en la Norma ASTM D6433-07. [8]

Cuadro 2. 1 Longitudes de unidad de muestras asfálticas

<b>Fallas Estructurales</b>	<b>Fallas Superficiales</b>
Piel de Cocodrilo	Exudación
Agrietamiento en Bloque	Corrugación
Abultamiento y Hundimientos	Grieta de Borde
Depresión	Grieta de Reflexión de Junta
Huecos	Desnivel Carril/Berma
Ahuellamiento	Grietas Longitudinales y Transversales
Desplazamiento	Parqueo
Hinchamiento	Pulimiento de Agregados
	Cruce de Vía Férrea
	Grietas Parabólicas
	Desprendimiento de Agregados

Fuente: Robles Raúl, 2015

### 2.1.1.3.1 Piel de Cocodrilo

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en la parte inferior de la capa asfáltica donde los esfuerzos y las deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a la piel de cocodrilo. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento. [8]

Niveles de Severidad:

L: Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan en forma paralela con unas pocas o ningún interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M: Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H: Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Medida:

Se mide en metros cuadrados de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente. [8]

Imagen 2. 2 Piel de cocodrilo baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 3 Piel de cocodrilo de media severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 4 Piel de cocodrilo de alta severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3 2 Exudación**

La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena de vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie. [8]

Niveles de severidad:

L: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

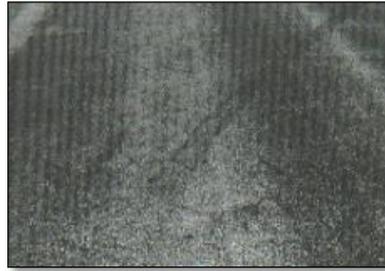
M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

H: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Medida:

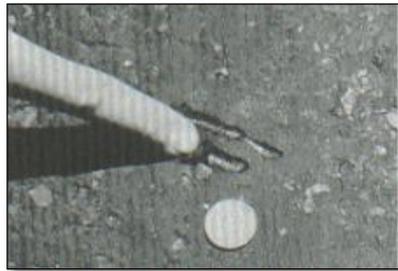
Se mide en metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

Imagen 2. 5 Exudación de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 6 Exudación de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 7 Exudación de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3.3 Agrietamiento en bloque**

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.30 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la

contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa). [8]

Niveles de severidad.

L: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media.

H: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Medida:

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente. [8]

Imagen 2. 8 Grietas en bloque de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 9 Grietas en bloque de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 10 Grietas en bloque de alta severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

#### **2.1.1.3.4 Abultamiento y Hundimientos**

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

1. Levantamiento de losas de concreto de cemento Portland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.
2. Expansión por congelación.
3. Infiltración y elevación de material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito.

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes área del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones”. [8]

Niveles de severidad:

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Medida:

Se miden en metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación con una grieta, ésta también se registra. [8]

Imagen 2. 11 Abultamientos e hundimientos de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 12 Abultamientos y hundimientos de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 13 Abultamientos y hundimientos de alta severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez

### 2.1.1.3.5 Corrugación

La corrugación es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestable. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación. [8]

Nivele de severidad

L: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

H: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida:

Se mide en metros cuadrados de área afectada.

Imagen 2. 14 Corrugación de baja severidad



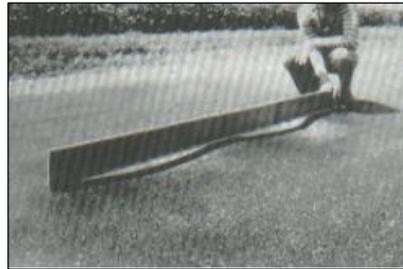
Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 15 Corrugación de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 16 Corrugación de alta severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3.6 Depresión**

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia. En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel. [8]

Niveles de severidad

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

Medida:

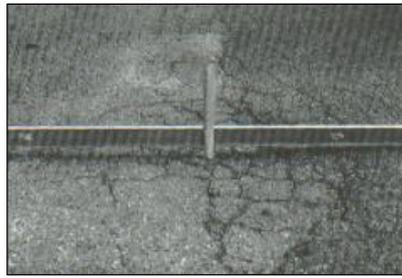
Se mide en metros cuadrados del área afectada.

Imagen 2. 17 Depresión de baja severidad



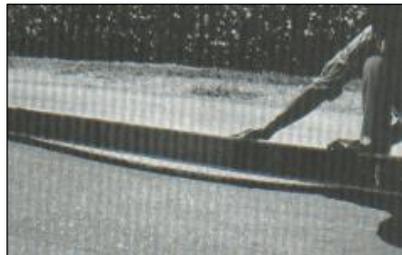
Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 18 Depresión de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 19 Depresión de alta severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3.7 Grieta**

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y pueden originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas del borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde

del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse). [8]

Niveles de severidad:

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimientos.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Medida:

La grieta de borde se mide en metros lineales.

Imagen 2. 20 Grieta de borde de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 21 Grieta de borde de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 22 Grieta de borde de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### 2.1.1.3.8 Grietas de Reflexión de Junta

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie del concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños. [8]

Niveles de Severidad:

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grietas sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Medida:

La grieta de reflexión de junta se mide en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de deflexión este también debe registrarse. [8]

Imagen 2. 23 Grieta de reflexión de junta de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 24 Grieta de reflexión de junta de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 25 Grieta de reflexión de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### 2.1.1.3.9 Desnivel Carril /Berma

El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma. [8]

Nivel de severidad:

L: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y l berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102.0 mm.

Medida:

El desnivel carril / berma se miden en metros lineales.

Imagen 2. 26 Desnivel carril/berma de baja severidad



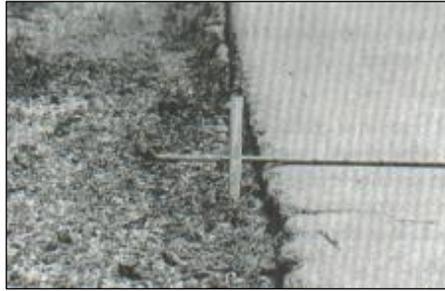
Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 27 Desnivel carril /berma de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 28 Desnivel carril/berma de alta severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

#### **2.1.1.3.10 Grietas Longitudinales y Transversales (Nos son de reflexión de losas de concreto de cemento Pórtland)**

Las grietas longitudinales son paralelas al eje o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento probablemente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Portland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través de pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga. [8]

Niveles de severidad:

L: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.

3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medida:

Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales. La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

Imagen 2. 29 Grietas longitudinales y transversales de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 30 Grietas longitudinales y transversales de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Ilustración 1 Grietas longitudinales y transversales de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

#### **2.1.1.3.11 Parcheo y acometidas de servicios públicos**

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentran algunas rugosidad está asociada con este daño. [8]

Niveles de severidad:

L: El parche está en buena condición y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

H: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Medida:

Los parches se miden en metros cuadrados de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimientos y agrietamientos) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de

pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa). [8]

Imagen 2. 31 Parcheo y acometidas de servicios públicos



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 32 Parcheo de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 33 Parcheo de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

#### **2.1.1.3.12 Pulimiento de Agregados**

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas de los vehículos se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura de pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimiento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y la superficie

del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo a ha caído significativamente desde una evaluación previa. [8]

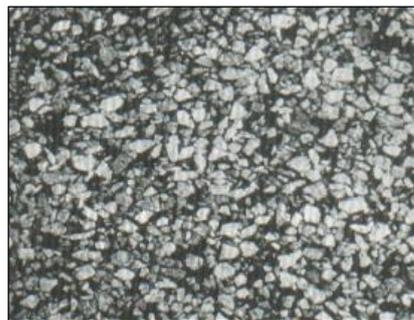
Niveles de severidad:

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Medida:

Se mide en metros cuadrados de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

Imagen 2. 34 Pulimento de agregados



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3.13 Huecos**

Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración de pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización. [8]

Niveles de severidad:

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con la Tabla 2. Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en metros cuadrados y dividirla entre 0.47 m<sup>2</sup> para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta. [8]

Cuadro 2. 2 Nivel de severidad para huecos

Profundidad máxima del bache.	Diámetro medio		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: (Robles Raúl, 2015)

Medida:

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidad baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

Imagen 2. 35 Hueco de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 36 Hueco de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 37 Hueco de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

#### **2.1.1.3.14 Cruce de Vía Férrea**

Los defectos asociados al cruce de la vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles. [8]

Niveles de severidad:

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

Medida:

El área del cruce se mide en metros cuadrados de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

Imagen 2. 38 Cruce de vía férrea de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 39 Cruce de vía férrea de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 40 Cruce de vía férrea de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3.15 Ahuellamiento**

El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Pueden presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados de ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga de tránsito.

Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento. [8]

Niveles de severidad:

Profundidad media del ahuellamiento:

L: 6.0 a 13.0 mm.

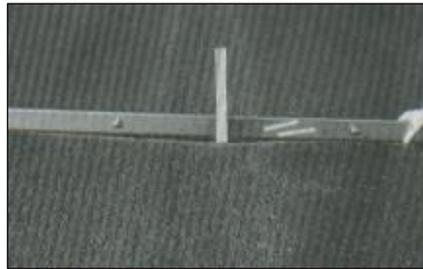
M: >13.0 a 25.0 mm.

H: >25.0 mm.

Medida:

El ahuellamiento se mide en metros cuadrados de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media. [8]

Imagen 2. 41 Ahuellamiento de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 42 Ahuellamiento de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 43 Ahuellamiento de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

#### **2.1.1.3.16 Desplazamiento**

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producida por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito

empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión). Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Portland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Portland se incrementa causando el desplazamiento. [8]

Niveles de severidad:

L: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida:

Los desplazamientos se miden en metros cuadrados de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

Imagen 2. 44 Desplazamiento de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 45 Desplazamiento de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 46 Desplazamiento de severidad alta



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3.17 Grietas Parabólicas**

Las grietas parabólicas por deslizamientos son grietas en forma de media luna. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura del pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada. [8]

Nivel de severidad:

L: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

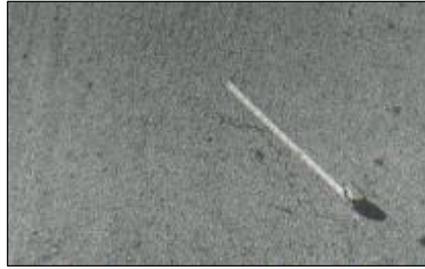
H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Medida:

El área asociada con una grieta parabólica se mide en metros cuadrados y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

Imagen 2. 47 Grieta parabólica de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 48 Grieta parabólica de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Ilustración 2 Grieta parabólica de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3.18 Hinchamiento**

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento una onda larga y gradual. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos. [8]

Nivel de severidad:

L: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el

límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida:

El hinchamiento se mide en metros cuadrados de área afectada.

Imagen 2. 49 Hinchamiento. El nivel de severidad se basa en el criterio de calidad de tránsito



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### **2.1.1.3.19 Desprendimiento de Agregados**

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida de ligante asfáltico y de las partículas sueltas del agregado. Este indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento. [8]

Niveles de severidad:

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

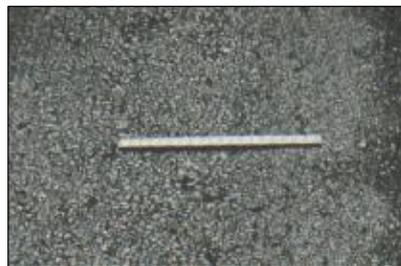
M: Se ha perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Medida:

La meteorización y el desprendimiento se miden en metros cuadrados de área afectada.

Imagen 2. 50 Meteorización / desprendimiento de agregados de baja severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 51 Meteorización / desprendimiento de agregados de severidad media



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

Imagen 2. 52 Meteorización / desprendimiento de agregados de alta severidad



Fuente: Paviment Condition Index, Ing. Luis Vásquez, 2002

### 2.1.2 Tráfico

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se debe basar en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos que circulan o circularán por ella. El tránsito indica para qué servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño. La información sobre el tránsito permite establecer las cargas para el diseño geométrico, lo mismo que para el diseño de su estructura o afirmado.

Los datos del tránsito deben incluir las cantidades de vehículos o volúmenes por días del año y por horas del día, como también la distribución de los vehículos por tipos y pesos, es decir, su composición.

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexplorados.

En el estudio del volumen de tránsito se deben tener en cuenta varios criterios:

**Tránsito Promedio Diario (TPD):** Representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365 días, o sea, que es el volumen del tránsito promedio por día.

**Volumen de la hora pico:** Es el volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito más intenso.

**Volumen horario de diseño:** Se representa como VHD y es el volumen horario que se utiliza para diseñar, es decir, para comparar con la capacidad de la carretera. [9]

#### 2.1.2.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual.

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente: para vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.

Para realizar un estudio definitivo, se debe tener mínimo un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectado por eventos especiales. [10]

Convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo.

En razón de que en las normas de diseño geométrico sugiere utilizar como método alternativo y al no tener los factores para la determinación del tráfico se utilizó el método de la trigésima hora.

### **Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño)**

El factor de hora pico (FHP), es el 25% de la relación entre el tránsito de la hora pico y la mayor cantidad de tránsito registrado durante 15 minutos de esta hora pico. Lo anterior se resume en la siguiente ecuación:

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q15 \text{ máx}}$$

Donde:

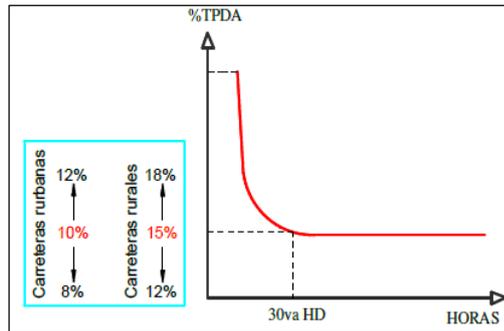
Q: Volumen de tráfico durante una hora.

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

Para el cálculo del TPDA Actual es necesario conocer el volumen de tránsito de la hora pico, también conocida como 30va Hora de Diseño.

Según la norma para carreteras rurales el volumen se encuentra entre el 12% y 18% el TPDA, usándose como base representativa un 15% del TPDA. Mientras que para carreteras urbanas este intervalo va de 8% a 12%, tomándose como factor representativo un 10% del TPDA.

Imagen 2. 53 Hora de diseño (30va HD)



Fuente: Autor

Tránsito actual: Para obtener un dato aproximado del total de vehículos que van a circular es necesario considerar 3 tipos de tránsito:

Tránsito generado (Tg): Se asume como el 20% del TPDA actual.

Tránsito atraído (Tat): Se asume como el 10% del TPDA actual.

Tránsito desarrollado (Td): Se asume como el 5% del TPDA actual.

Tráfico Futuro: El pronóstico de volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico de 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

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

Donde:

Tf: Tráfico proyectado

Ta: Tráfico total

i: tasa de crecimiento del tráfico proporcionado por el MOP.

n: Años proyectados como vida útil (20 años)

Cuadro 2. 3 Índice de condición del pavimento

PERIODO	TIPO DE VEHÍCULOS		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010 - 2015	4.47	2.22	2.18
2015 - 2020	3.97	1.97	1.94
2020 - 2025	3.57	1.78	1.74
2025 - 2030	3.25	1.62	1.58

Fuente: MTOP-001-F-2003

### **2.1.3 Inventario Vial**

El inventario vial es un estudio de campo que permite determinar las condiciones actuales de la vía a fin de proyectar las obras a ejecutarse y el monto de inversión. El inventario incluye varias actividades de campo y de oficina, para lo cual se requiere de equipos de medición y posicionamiento como: cinta métrica, GPS, estación total, otros menores.

En el presente proyecto, se tomó como base las Normas para el Inventario de Vías y Puentes editado por el Ministerio de Obras Públicas; sin embargo, considerando que los formularios se encuentran desactualizadas y con proyección para inventariar todo tipo de vías, se procedió a elaborar nuevos formularios de campo, de acuerdo a las características de la vía Manzana de Oro – Montalvo.

El inventario vial incluyen las siguientes etapas de estudio:

1. Medición de la longitud de la vía
2. Medición del ancho de la vía
3. Edición de la calzada cada 20 metros
4. Evaluación de las condiciones de la capa de rodadura
5. Verificar la presencia de señalización y guardavías de seguridad. [11]

### **2.1.4 Levantamiento Topográfico**

El levantamiento topográfico debe incluir aquellos trabajos de campo que comprenden el alineamiento y planimetría, necesarios para establecer una faja suficientemente ancha como para permitir proyectar en la oficina la línea definitiva.

El polígono fundamental es una línea poligonal exacta que sirve como referencia para obtener la planimetría y la información topográfica y demás datos pertenecientes a la faja de terreno en la probablemente se localizará la carretera. Junto con las notas correspondientes a las secciones transversales, el polígono fundamental sirve para preparar un mapa con las curvas de nivel en donde se trazará el proyecto de la carretera, que se convertirá, con los probables ajustes, de menor importancia, realizados durante el proceso de replanteo, en el trazado definitivo. [12]

## **2.1.5 Evaluación superficial del pavimento**

### **2.1.5.1 Métodos de recolección de datos**

Recabar la información acerca de la condición del pavimento es generalmente la fase más costosa de un Sistema de Gestión de Pavimentos, la información acerca de la condición puede ser recolectada utilizando métodos muy costosos o relativamente baratos.

Para efectuar la evaluación superficial del pavimento se considera la necesidad de identificar los deterioros o fallas del pavimento, que serán materia de evaluación específicamente en relación a las características físicas de la calzada y su superficie de rodadura. La metodología de recolección de datos se basa principalmente en la inspección visual del pavimento, debiéndose hacer las anotaciones de lo observado mientras se maneja o se camina sobre la vía, en formatos adecuados para tal fin. [13]

### **2.1.5.2 Defectos Superficiales**

Las evaluaciones de defectos superficiales pueden realizarse manualmente, o utilizando equipos. Para poder tomar una decisión sobre el pavimento nosotros necesitamos realizar los siguientes pasos:

- Determinar el tipo de efecto, es un indicador de tipo de daño que existe.
- Determinar la severidad del defecto, muestra cuán grande es el daño.
- Determinar la cantidad de defectos, esta nos dice cuando de ese tipo de defecto y de severidad existe.

La definición estándar de los tipos de defectos y niveles de severidad están incluidas en uno de los sistemas más utilizados por los gobiernos municipales es el sistema PAVER, sin embargo a este sistema se le critica por tener un número excesivo de defectos (19 para asfalto y 19 para concreto).

Las diferentes agencias se han acondicionado acortando defectos, ya que en la mayoría de casos solo se utiliza algunos.

Los niveles de severidad de los defectos también han evolucionado, la Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos (FHWA), utilizando el Manual de Identificación de defectos para el comportamiento de Pavimentos a largo plazo

(Distress Identification Manual for the Long- Term Paviment Performace Program) del programa de Investigación Estratégico de carreteras Strategic Highway Research Program (SHRP) han tratado de evitar utilizar niveles de severidad y basarse en medidas directas para definir la severidad y reducir la subjetividad. [13]

### 2.1.5.3 Metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El índice de condición del pavimento (Paviment Condition Index - PCI) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos dentro de los métodos de gestión vial disponibles en la actualidad. Es un indicador de salud de la vía. [13]

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de aplicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la cuadro 2.4 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Cuadro 2. 4 Rangos de calificación del PCI

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

Fuente: Manual PCI Ricardo Vásquez, 2017

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cuál se establecen CLASE, SEVERIDAD y

CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. [14]

#### 2.1.5.4 Unidad de Muestreo

Se divide a vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a) Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En la tabla 4 se presenta algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

Cuadro 2. 5 Longitudes de unidades de muestreo asfáltico

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Manual PCI Ricardo Vásquez, 2017

- b) Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de Cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionando se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura. [13]

#### 2.1.6 Evaluación de la capacidad estructural del pavimento

La evaluación de la condición estructural, se utiliza para conocer la capacidad portante de la estructura de un pavimento, es decir, si el pavimento está en capacidad de soportar las cargas de tráfico actuantes en la vía, para esta evaluación debemos incluir la medición de diferentes parámetros que permitan hacer una correlación superficial del

pavimento con alguna respuesta de la estructura ante la aplicación de una carga como lo mencionamos anteriormente.

Para determinar las cualidades estructurales de una vía, podemos diferenciar dos tipos de Ensayos, Ensayos Destructivos y no Destructivos, los cuales los desarrollaremos a continuación.

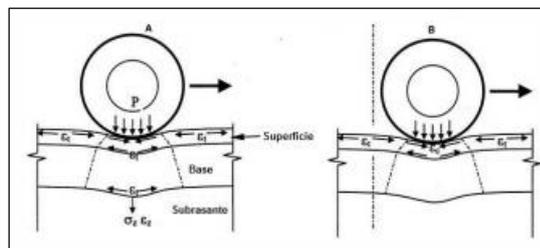
- Ensayos Destructivos: Tradicionalmente se han realizado mediante calicatas, tomando muestras de diferentes capas del pavimento como la base, sub-base, asfalto y suelo de fundación, con la finalidad de determinar algunas características estructurales de cada material, para así poder realizar una evaluación y poder dimensionar las capas de una determinada vía. Sin embargo esta técnica se alterna el pavimento, su ejecución es lenta y muy costosa.
- Ensayos No Destructivos: Son frecuentemente empleados para no causar daños en el pavimento existente, son muy usados ya que no causan ningún daño en el pavimento y poseen una gran factibilidad de ejecución. [13]

#### 2.1.6.1 La deflectometría y sus usos.

Un método muy sencillo y factible para poder conocer la capacidad estructural del pavimento es aplicar una carga a la superficie de rodadura y medir las deflexiones.

La deflexión en los pavimentos representa la respuesta de los mismos ante un estímulo, que vendrían a hacer las cargas de tráfico. Se puede definir también como la deformación vertical bajo el punto de aplicación de la carga.

Imagen 2. 54 Deflexión en el pavimento asfáltico



Fuente: Tesis Harol Meza, 2017

Dependiendo de la estructura de pavimento, la subrasante contribuye entre un 70% a 95% de la deflexión medida en la superficie del pavimento, es decir que la mayor deflexión en los pavimentos es causada por la compresión elástica de la subrasante.

También se debe tener en cuenta que la magnitud de la deformación en un material considerado en cualquier punto de la estructura del pavimento está directamente relacionada con el estado triaxial de esfuerzos, entendemos por esto que cuando decrecen los esfuerzos verticales en la subrasante, la deflexión decrece. Esto significa que al incrementar los espesores de las capas superiores o incrementar su rigidez, la deflexión decrece.

Siendo la deflexión una medida de la respuesta estructural del conjunto pavimento – subrasante frente a una determinada sollicitación de carga, como lo explicamos anteriormente se puede efectuar el análisis deflectométrico para los siguientes fines. [13]

#### **2.1.6.1.1 Análisis estadístico de las deflexiones del tramo en evaluación**

- Determinar los periodos críticos en que se origina un mayor deterioro del pavimento, basándose en la variación de las deflexiones.
- Como un indicador para estimar la “capacidad de soporte” del pavimento para resistir las cargas de tráfico durante su vida útil.
- Esbozar estrategias de mantenimiento en los sistemas de gestión de pavimentos.
- Análisis de la relación deterioro – fatiga usando procedimientos de cálculo regresivo.
- Correlación entre los valores de deflexiones y la presencia o rápido desarrollo de fallas por fatiga y la posibilidad de establecer un rango de valores tolerables en relación al tránsito.

#### **2.1.6.2 Equipos no destructivos**

##### **2.1.6.2.1 Clasificación de equipos no destructivos**

Podemos distinguir tres tipos de equipos no destructivos mediante diferentes tipos de cargas.

1. **Equipos de medición de deflexiones ante una carga estática.** Miden la deflexión ante la acción de una carga estática o que es aplicada lentamente. Entre los equipos más simples y versátiles está la Viga Benkelman. Otro tipo más sofisticado es el Deflectógrafo La Croix.

2. **Equipos de medición de deflexiones ante una carga dinámica cíclica.** Aplica al pavimento una carga estática precargada con una frecuencia de vibración sinusoidal.
3. **Equipos de medición de deflexiones ante una carga impulsada.** En este caso una carga “se deja caer” desde una altura determinada impactando sobre una placa que está en contacto con el pavimento. La magnitud del impacto puede ser predeterminada, variando la carga o la altura de caída. 2.1.6.3 Medición de deflexiones Viga Benkelman.

#### **2.1.6.3.1 Generalidades**

Las deflexiones producidas en la superficie de un pavimento flexible, por acción de cargas vehiculares, pueden ser determinadas haciendo uso de deflectómetros tales como el denominado “Viga Benkelman”. Llamado así en honor al Ing. A.C. Benkelman, quién la desarrollo en 1953 como parte del programa de ensayos viales de la ASSHTO Road Test. Desde entonces su uso se ha difundido ampliamente en proyectos de evaluación estructural de pavimentos flexibles, tanto por su practicidad como por la naturaleza directa y objetiva de los resultados que proporciona.

#### **2.1.6.3.2 Características de la Viga Benkelman**

El deflectómetro Benkelman funciona según el principio de la palanca. Es un instrumento completamente mecánico y de diseño simple. Según se esquematiza la viga consta de dos partes:

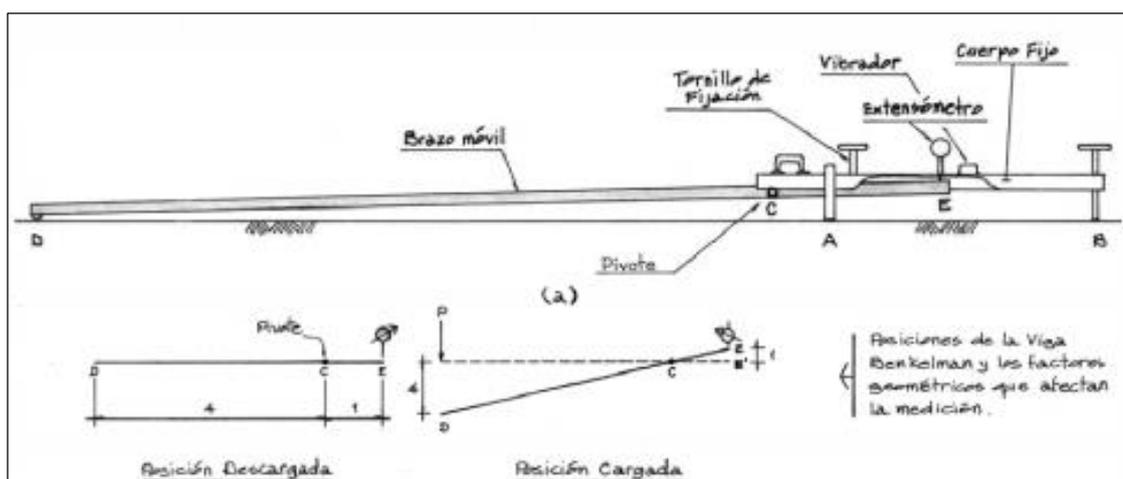
- Un cuerpo de sostén que se sitúa directamente sobre el terreno mediante tres apoyos (dos delanteros fijos “A” y uno trasero regulable “B”).
- Un brazo móvil acoplado al cuerpo fijo mediante una articulación de giro o pivote “C”, uno de cuyos extremos apoya sobre el terreno (punto “D”) y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago de un micrómetro de movimiento vertical (punto “E”).

Adicionalmente el equipo posee un vibrador incorporado que al ser accionado, durante la realización de los ensayos, evita que el indicador del dial se trabe y/o que cualquier interferencia exterior afecte las lecturas.

El extremo “D” o “punta de la viga” es de espesor tal que puede ser colocado entre una de las llantas dobles del eje trasero de un camión cargado. Por el peso aplicado se produce una deformación del pavimento, consecuencia de lo cual la punta baja una cierta cantidad, con respecto al nivel descargado de la superficie. Como efecto de dicha acción el brazo DE gira en torno al punto fijo “C”, con respecto al cuerpo AB, determinando que el extremo “E” produzca un movimiento vertical en el vástago del micrómetro apoyado en él, generando así una lectura en el dial indicador. Si se retiran luego las llantas cargadas, el punto “D” se recupera en lo que a deformación elástica se refiere y por el mismo mecanismo anterior se genera otra lectura en el dial del micrómetro.

La operación realizada representa el “principio de medición” con la Viga Benkelman. Lo que se hace después son sólo cálculos en base a los datos recogidos. Así, con las dos lecturas obtenidas es posible determinar la deflexión del pavimento en el lugar subyacente al punto “D” de la viga, durante e procedimiento descrito. Es de anotar que en realidad de lo que se mide es la recuperación del punto “D” al remover la carga (rebote elástico) y no la deformación al colocar ésta. Para calcular la deflexión deberá considerarse la geometría de la viga, toda vez que los valores dados por el micrómetro (EE') no están en escala real sino que dependen de la relación de brazos existentes, tal como se ve en la siguiente figura.

Imagen 2. 55 Esquema y principio de la viga Benkelman

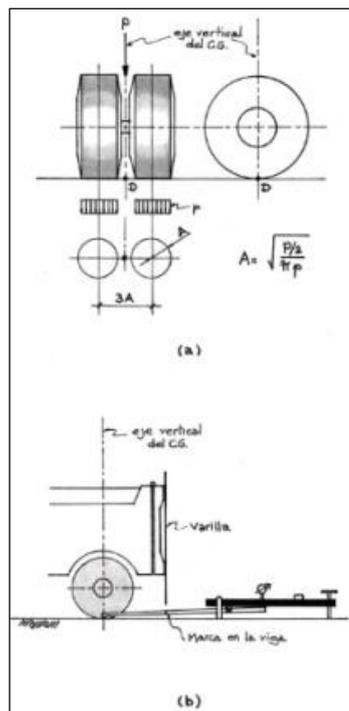


Fuente: MEZA, H., 2017.

### 2.1.6.3.3 Procedimiento del ensayo de la Viga Benkelman

La carga aplicada al pavimento para la realización de ensayos de deflexiones ha sido estandarizada en 18.000 libras (8.2 Ton) a través de la guía de diseño AASHTO en la normativa T256-01 Apartado 6 (Aparatos), proporcionando 9.000 libras por cada una de las llantas duales del eje trasero de un camión C2, con una presión de las llantas de 0.48 a 0.55 Mpa (70 a 80 Psi). Previamente a la realización de los ensayos deberá verificarse que se cumplan estas condiciones (por medio de basculas fijas ó móviles), así como la presión de las llantas sea la requerida. Una vez localizado el lugar donde se realizará el ensayo (usualmente los puntos de medición se localizan en el lado exterior de un carril), se coloca la llanta a usarse sobre el punto de manera tal que éste coincida aproximadamente con el eje vertical del centro d gravedad del conjunto.

Imagen 2. 56 Configuración geométrica del sistema de carga en la viga Benkelman



Fuente: MEZA, H., 2017.

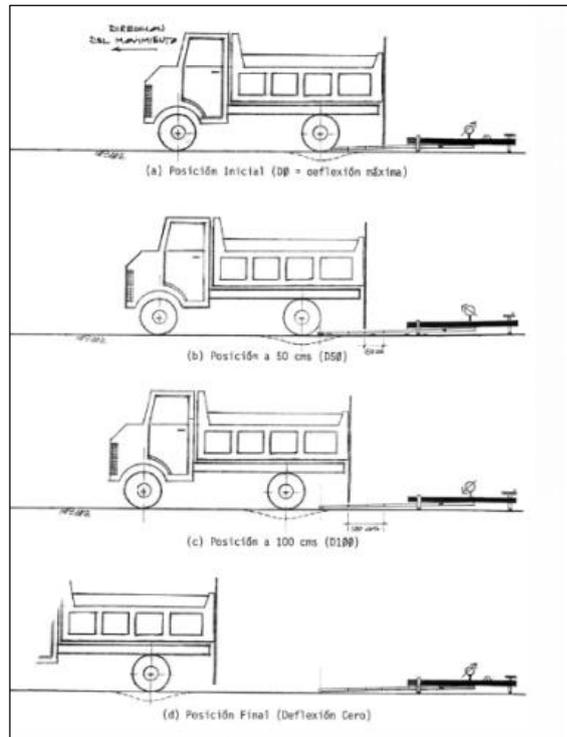
Las mediciones se realizando colocando la punta de la viga entre las dos ruedas y midiendo la deflexión cuando el vehículo se aleja. Los resultados de las deflexiones se leen en un dial indicador.

Tomando como punto de referencia una varilla vertical adosada a la parte trasera del camión, se efectúa una marca en la viga de manera tal que, basta con hacerlas coincidir para asegurarse que el extremo de la viga coincide con el centro de gravedad del conjunto.

De igual forma se puede efectuar, a partir de la primera, sucesivas marcas a distancias elegidas a las cuales se desee medir deflexiones adicionales (puede ser a 30,40 y 50 cm). Para la metodología de análisis se requiere de por lo menos tres lecturas, pero se pueden obtener más con fines de verificación, lo cual es recomendable, o si es que se desea una idea gráfica del tipo de curvas de deflexiones que se producen.

Se realiza la primera marca adicional a una distancia tal que la deflexión que se obtenga en ese punto sea la mitad de la deflexión máxima (obtenida en la marca inicial). La segunda marca adicional se realiza al doble de la distancia de la primera marca adicional. Estas dos distancias se determinarán específicamente para cada proyecto de evaluación que se emprenda. Esto deberá hacerse por medio de ensayos previos, antes de comenzar la recolección masiva de datos. Es común que se observen variaciones durante la realización de los ensayos, no deberá hacerse modificaciones, si las deflexiones tomadas en la primera marca adicional están en el rango entre 35% y 65% de la deflexión máxima.

Imagen 2. 57 Esquematación del proceso de medición con la viga Benkelman



Fuente: MEZA, H, 2017.

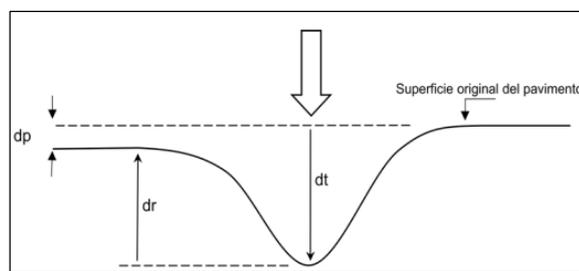
Una vez instalada la viga en el punto de medición haciendo coincidir con la cadena vertical y la marca inicial, se verificará que ésta se encuentra alineada longitudinalmente con la dirección del movimiento del camión.

Se coloca el dial del micrómetro en cero, se activará el vibrador y mientras el camión se desplaza muy lentamente se procederá a tomar lecturas conforme la varilla vertical vaya coincidiendo con la primera y segunda marcas adicionales y una lectura final cuando el camión se haya alejado lo suficiente del punto de ensayo que el indicador del dial ya no tenga movimiento (aproximadamente 8.0 m según norma AASHTO T256-01 Apartado 8.4.2.3.), registro que corresponde al punto de referencia con deflexión cero.

Es importante tomar la temperatura del pavimento según la norma AASHTO 93 T256-01 apartado 8.1.6 de la siguiente manera: se realiza una perforación en el pavimento, se llena este agujero con un líquido como agua, glicerina u otro producto a base de aceite, y luego se introduce el termómetro hasta el fondo del agujero para obtener la

temperatura, si la prueba se extiende por un período de tiempo mayor a una hora se tomara la temperatura cada hora para establecer una correlación directa entre el aire, la superficie del pavimento y la medición de la misma temperatura. Si no es posible tomar la temperatura, algunos procedimientos (Report No. FHWA-RD-98-085, “Predicciones de temperatura y factores de ajuste para pavimentos de asfalto”) existen para estimar la temperatura de los pavimentos en función de la profundidad usando las temperaturas máximas y mínimas del día anterior.

Imagen 2. 58 Deflexiones



Fuente: Tesis Harol Meza, 2017

En la figura se aprecia que bajo la acción de la carga se produce una línea de deflexión cuya magnitud de su curvatura se la denomina “radio de curvatura”, este valor depende principalmente de los módulos de elasticidad de las capas superiores del pavimento y muy poco de las capas inferiores.

Teniendo en cuenta las características y espesor de las capas asfálticas, se podrían diferenciar dos casos límites:

- Si la mayor parte de la deflexión se produce en la subrasante, se obtendrán grandes radios de curvatura (en relación con la magnitud de la deflexión).
- Si la mayor parte ocurre en las capas superiores, situación indicativa de la deficiente calidad de éstas, se obtendrán pequeños radios de curvatura aún a veces con deflexiones tolerables.

El método del cálculo del radio de curvatura, se basa en la hipótesis de que la línea de deflexiones de la distancia hasta el eje de carga se aproxima a una parábola hasta una distancia superior a 25 cm, sufriendo luego una inflexión hasta tener asintóticamente a la horizontal. La parábola en la zona de máxima curvatura se confunde con el radio en dicho punto, es decir debajo de la acción de la carga que está flexionando el pavimento. El radio de curvatura se expresa de la siguiente manera:

$$Rc = \frac{10 * (25)^2}{2 * (D_0 - D_{25})}$$

Donde:

Rc=Radio de curvatura (m)

D<sub>0</sub>= Deflexión recuperable máxim corregida (0.01 mm)

D<sub>25</sub>=Deflexión recuperable a 25 cm corregida (0.01 mm)

10= Coeficiente por cambio de unidades

Las correcciones de las deflexiones son de tres tipos:

- ✓ **Corrección por relación de brazos (Viga Benkelman):** Es la corrección debido a la acción del factor de relación de brazos que tiene la viga benkelman, este factor se mide directamente del instrumento y dicho se multiplica a la deflexión recuperable para corregirla, se le denotará por Rb.
- ✓ **Corrección pot temperatura:** La temperatura del pavimento afecta las deflexiones recuperables, de tal forma que los datos tomados en un mismo punto a diferentes temperaturas indicaran resultados diferentes, la amgnitud de la deflexión aumenta con el incremento de la temperatura de las capas asfálticas, debildo 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 utilizara la siguiente fórmula:

$$D_{20} = \frac{Dt}{K * (T - 20^{\circ}\text{C}) * e + 1}$$

Donde:

D<sub>20</sub>= Deflexión recuperable la temperatura estándar 20°C.

Dt= Deflexión en centésimas de milimetro a la temperatura t.

K= Coeficiente igual a  $1 \times 10^{-3}$  ( $1/\text{cm} \times ^\circ\text{C}$ ).

T= Temperatura del asfalto medida para cada ensayo.

E= Espesor de la carpeta asfáltica en cm.

- ✓ **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 la 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, según el período en el que se lleven a cabo las mediciones:

Cuadro 2. 6 Factor 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 Harol Meza, 2017

Todos estos datos sirven en el diseño para determinar la deflexión característica:

### **Deflexión característica:**

Es un valor que representa mejor a una determinada sección, siguiendo el criterio adoptado normalmente en análisis estadísticos, se establece como deflexión característica el valor:

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

Donde:

D<sub>c</sub> = Deflexión característica

$\bar{D}$  = Deflexión promedio de los valores D<sub>0</sub>

$\sigma$  = Desviación estándar

t = Coeficiente porcentual del área con probabilidad de superar D<sub>c</sub>.

Considerando que cada deflexión media representa una cierta extensión o área de pavimento, cada valor de “t” corresponderá a un porcentaje del área total con

probabilidad de presentar deflexiones superiores a la característica  $D_c$  correspondiente. En la siguiente tabla se indican los valores más frecuentes:

Cuadro 2. 7 Ecuaciones de deflexiones características

VALOR DISEÑO %	DEFLEXIÓN CARACTERÍSTICA $D_c$	EXTENSIÓN DEL PAVIMENTO CON $\dot{D} > D_c$ %
50	$\dot{D}$	50
75	$\dot{D} + 0.674 * \sigma$	25
85	$\dot{D} + \sigma$	15
90	$\dot{D} + 1.3 * \sigma$	10
95	$\dot{D} + 1.645 * \sigma$	5
98	$\dot{D} + 2 * \sigma$	2
99	$\dot{D} + 2.33 * \sigma$	1
99.9	$\dot{D} + 3 * \sigma$	0.1

Fuente: Tesis Harol Meza, 2017

La deflexión característica luego de ser determinada se tiene que comparar con un parámetro que sirva de juicio en la determinación de la capacidad estructural del pavimento, este parámetro se denomina deflexión admisible.

#### **Deflexión admisible:**

La deflexión admisible está definida en función al tráfico de diseño que establece un límite para la deflexión característica, durante un período considerado.

$$D_a = \left( \frac{1.15}{N_{18}} \right)^{1/4}$$

Donde:

$D_a$  = Deflexión característica admisible (inicial) en mm.

$N_{18}$  = Número de ejes estándar equivalentes de 8.2 ton acumulados en millones. [15]

#### **Deflexión crítica:**

La metodología del estudio de rehabilitación de carreteras en el Perú, MTC propone también una deflexión crítica, definida como aquella que alcanza el pavimento al término del período de servicio, luego de soportar el tránsito proyectado. La siguiente fórmula para determinar la deflexión crítica es:

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{N_{18}}\right)^{1/5.3}$$

Donde:

$D_{cr}$  = Deflexión Admisible Crítica (mm)

$N_{18}$  = Número de ejes estándar equivalentes de 8.2 ton acumulados en millones. [16]

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

Cuadro 2. 8 Características del Pavimento de acuerdo al Tipo de Deflexión y Radio de Curvatura

Tipo de Deflexión	Comportamiento de la Subrasante	Comportamiento del Pavimento
Tipo I	Bueno $D < D_a$	Bueno $R_o > 100$
Tipo II	Malo $D > D_a$	Bueno $R_o > 100$
Tipo III	Bueno $D < D_a$	Malo $R_o < 100$
Tipo IV	Malo $D > D_a$	Malo $R_o < 100$

Fuente: Método Conrevial, 2002

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 la deficiencia en el grado de compactación y/o mal drenaje.

#### **2.1.6.3.4 Ventajas y desventajas del equipo de medición no destructiva Viga Benkelman.**

##### **Ventajas**

- Bajo costo del equipo
- Simplicidad en su uso
- Posibilidad de ser empleados con cargas reales.
- Han sido ampliamente utilizados en nuestro país y existen numerosos procedimientos de análisis disponibles para ser usados con esta información.

##### **Desventajas**

- Requiere de un trabajo intensivo.
- Estos son lentos, para vías de mayor longitud se dificultan porque se utilizaran más equipos y mayor personal.
- Las mediciones dependen de la técnica empleada. [13]

## **2.2 HIPÓTESIS**

Se implementará un proceso de conservación en la estructura de la capa de rodadura en el tramo de la Vía Manzana de Oro – Montalvo.

## **2.3 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.3.1 Variable Independiente**

Implementación del proceso de conservación.

### **2.3.2 Variable Dependiente**

Estructura de la capa de rodadura.

## **CAPITULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1 Tipos de Investigación**

##### **3.1.1.1 Investigación Bibliográfica**

Se aplica la investigación bibliográfica debido a que es necesaria la información de varios autores como libros, artículos técnicos, investigaciones que se hayan realizado para tener una clara idea de los tipos de fallas que existen o se generan en los pavimentos, sean estos rígidos o flexibles y a la vez utilizarlos en el desarrollo de este proyecto. [11]

##### **3.1.1.2 Investigación de laboratorio**

En la investigación experimental - laboratorio se deberán realizar en cada una de las muestra de los ensayos de laboratorio pertinentes, de modo que, se pueda identificar las propiedades y características que presenta la estructura del pavimento flexible de esta vía. [12]

##### **3.1.1.3 Investigación de campo**

La investigación de campo está relacionada con la evaluación del estado de la vía Manzana de Oro – Montalvo de la Provincia de Tungurahua, en donde, se efectuaran actividades como: reconocimiento de la vía, realizar el levantamiento topográfico de la vía, investigar el tráfico promedio que circula por dicha vía, realizar calicatas y ensayarlas para tener una mejor apreciación del tipo del suelo y las capas que conforman la vía, realizar el ensayo de la viga Benkelman, al igual que en campo evaluaremos visualmente la condición del pavimento en función del método PCI. [12]

#### **3.1.2 Niveles de Investigación**

##### **3.1.2.1 Investigación Descriptiva**

La investigación es de nivel descriptivo, por el hecho, de identificar y reconocer la realidad del problema hallado en la vía Manzana de Oro – Montalvo de la provincia

de Tungurahua. Por otro lado, para una mejor visualización del área de investigación se ha detallado el campo de la Ingeniería Civil con el objeto de ampliar los conocimientos sobre el estado de la vía y a su vez dar solución para el mantenimiento de cada una de las áreas. [17]

### **3.1.2.2 Investigación Experimental**

El proyecto es de investigación experimental ya que se va a implementar un plan de mantenimiento vial para el correcto funcionamiento de la vía.

### **3.1.2.3 Nivel Exploratorio**

La investigación es de nivel exploratorio, ya que se van a realizar exploraciones en el campo entre ellas: el reconocimiento del tipo de fallas presentes en las vías para solucionarlo implementando un proceso de conservación. [5]

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 Población**

La población que será beneficiada en este proyecto directamente es la Parroquia de Montalvo y siendo una vía que dirige a los Cantones de Ambato, Cevallos y Quero además de los habitantes de los sectores aledaños de la vía.

### **3.2.2 Cuantitativo y Cualitativo**

En este método se permitió medir, clasificar y evaluar cada una de las fallas que se presentaron, así como el grado de severidad de cada uno de los deterioros existentes.

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.3.1 Variable Independiente

Cuadro 3. 1 Implementación del proceso de conservación

VARIABLE	CONTEXTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE CONSERVACIÓN	Conceptua como la evaluación de la situación actual de la vía, así también como las propiedades físicas y mecánicas de las capas que conforman la estructura de la capa de rodadura en la vía para determinar y corregir el problema que genera daños en el pavimento.	Evaluación del pavimento	Indice de condición del pavimento PCI	¿Cómo determino el PCI ?	Identificación y apreciación directa
			Deflectometría del pavimento	¿Cómo determino la deflexión del pavimento ?	Ensayo con la VIGA BENKELLMAN
		Agotamiento de la estructura del firme	Intensidad del tráfico	¿Cuál es el tráfico del tramo de la vía ?	Conteo vehicular
		Estructura del pavimento	Sub-rasante Sub- base Base de rodadura Capa	¿Cuál es la capacidad portante del suelo ?	Ensayo de Proctor Modificado y Ensayo de CBR
				¿Qué clase de suelo es ?	Ensayo de Granulometría, Ensayo de límites de Plasticidad y Ensayo de Abrasión
				¿Cuál es el espesor de cada una de las capas de la estructura del pavimento ?	Identificación y apreciación directa

Fuente: Autor

### 3.3.2 Variable Dependiente

Cuadro 3. 2 Estructura de la capa de rodadura

VARIABLE	CONTEXTUALIZACIÓN B4:H4	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
REHABILITACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA	Es un proceso de mejoramiento superficial o estructural dependiendo de la severidad de daño, que permite la reconstrucción de pavimentos envejecidos y/o deteriorados para brindar seguridad y comodidad a los usuarios de la vía.	Rehabilitación superficial	Sellos bituminosos	¿Cuándo se realiza rehabilitación superficial?	Identificación y apreciación directa método PCI
			Bacheo mayor o menor		
			Fresado y/o texturización localizada		
			Recapeo		
		Rehabilitación estructural	Reciclado de capa asfáltica	¿Cuándo se realiza rehabilitación estructural ?	Ensayo con la viga BENKELMAN determinación de deflexiones y radio de curvatura del pavimento
			Refuerzo de las capas de la estructura del pavimento		
			Reconstrucción de las capas de la estructura del pavimento		
Reciclaje de las capas de la estructura del pavimento					

Fuente: Autor

### 3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Cuadro 3. 3 Plan de recolección de información

Preguntas Básicas	Explicación
¿Qué?	Implementar un proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.
¿De qué persona u objeto?	De la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo.
¿Sobre qué aspecto?	Plan de conservación vial
¿Quién?	Ana Gabriela Núñez Ortiz
¿Dónde?	Vía Manzana de Oro- Montalvo y Laboratorio de Mecánica de Suelos de Ingeniería Civil y Mecánica
¿Cómo?	Investigación de Campo y laboratorio, Normas AASHTO, ASTM, Investigación Bibliográfica

Fuente: Autor

### 3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Con la finalidad de implementar un proceso de conservación vial en función de las características físicas de la vía Manzana de Oro – Montalvo de la provincia de Tungurahua se realizara el siguiente procedimiento:

- Realizar el levantamiento topográfico del tramo Manzana de Oro – Montalvo.
- Conteo de tráfico para priorización y clasificación vial en función del TPDA.
- Realizar los respectivos ensayos de suelos de las capas que conforman la estructura de vía.
- Para la evaluación de las características físicas del tramo Manzana de Oro – Montalvo se utilizará un inventario visual en base al método de evaluación PCI (Índice de Condición del Pavimento).
- Con el equipo mecánico Viga Benkelman se determinará la capacidad de soporte mediante la medición de la deflectometría del pavimento.

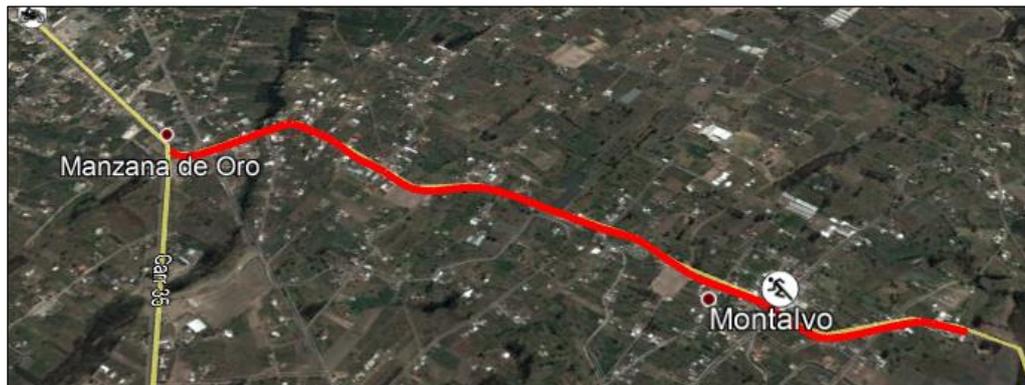
## CAPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 4.1.1 Ubicación

El proyecto “Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la Provincia de Tungurahua” se encuentra ubicado entre el cantón Ambato y la Parroquia Montalvo, siendo una vía importante que conecta a otros cantones como Cevallos, Quero y Mocha es necesario que permanezca siempre en condiciones adecuadas de transitabilidad y movilidad.

Imagen 4. 1 Ubicación del proyecto



Fuente: Autor

Realizadas las investigaciones pertinentes, se determinó, que no se ha elaborado un estudio que permita definir un sistema específico para el mantenimiento de la vía Manzana de Oro – Montalvo. Se cree conveniente ejecutar la presente investigación para proponer un Modelo de Gestión de Conservación Vial.

#### 4.1.2 Levantamiento Topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico de la vía existente desde la Manzana de Oro hacia Montalvo con la estación total, en el tramo k 0+000 al k 2+400.

### **4.1.3 Extracción De Muestras**

En cada kilómetro se realizó una calicata PCA de (0.80x0.80x1.00) para poder extraer muestras de suelo alteradas para realizar los ensayos de suelos en laboratorio.

Las extracciones de muestras fueron en las abscisas k 0+920 y k 2+360.

### **4.1.4 Ensayo De Suelos**

Para el análisis de cada una de las capas de la vía se requiere realizar los siguientes ensayos: Límites Atterberg, Granulometría, Compactación, CBR, Abrasión, que nos ayudara a la identificación de sus propiedades.

Para realizar los ensayos de suelos se aplicaron la norma AASHTO, INEN y ASTM.

#### **4.1.4.1 Límites de Consistencia**

Para realizar el ensayo se aplicó la norma:

AASHTO T-89    AASHTO T-90-70    ASTM D 424-71    INEN 691

#### **4.1.4.2 Granulometría**

Para realizar el ensayo se aplicó la norma:

AASHTO T-87-70    AASHTO T-88-70    ASTM D 421-58    ASTM D 422-63

#### **4.1.4.3 Ensayo de compactación Densidad (Proctor Modificado)**

Para realizar el ensayo se aplicó la norma:

AASHTO T-180    ASTM D 1557

#### **4.1.4.4 Ensayo de CBR**

Para realizar el ensayo se aplicó la norma:

AASHTO T-193    ASTM D 1883

#### **4.1.4.5 Ensayo de desgaste por abrasión**

Para realizar el ensayo se aplicó la norma:

AASHTO T-96-77    ASTM C-131    INEN 860 Y 861

#### 4.1.5 Conteo Vehicular

El conteo del tráfico para el presente proyecto se realizó de forma manual para ambos sentidos, durante siete días (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado, domingo) desde las 6:00 hasta las 18:00, estos días no estuvieron afectados por ningún tipo de evento especial. Las fechas del conteo fueron 1) Lunes 17 de Septiembre del 2018, 2) Martes 18 de Septiembre del 2018, 3) Miércoles 19 de Septiembre del 2018, 4) Jueves 20 de Septiembre del 2018, 5) Viernes 21 de Septiembre del 2018, 6) Sábado 22 de Septiembre del 2018, 7) Domingo 23 de Septiembre del 2018. La estación para el conteo manual estuvo ubicada en la abscisas Km 0+200 en la entrada de la Manzana de Oro, el sitio escogido cuenta con facilidades logísticas para el conteo, tiene una secciona vial uniforme tanto en carriles como en pendiente.

Imagen 4. 2 Localización de las estaciones de conteo vehicular



Fuente: Autor

#### 4.1.6 Índice De Condición Del Pavimento

La evaluación es de carácter visual donde identificamos los daños localizados y a su vez la severidad de este, tomando un número promedio de muestras.

#### 4.1.7 Deflectometría Del Pavimento

El tramo de evaluación está comprendido desde la Manzana de Oro abscisa k 0+000 a la Parroquia Montalvo abscisa k 2+400.

La evaluación de la condición estructural del pavimento nos permitió obtener deflexiones recuperables de un pavimento flexible realizadas mediante el Ensayo de la Viga Benkelman.

## 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.2.1 EVALUACIÓN DESTRUCTIVA DEL PAVIMENTO

Este tipo de evaluación se fundamenta en la toma de muestras representativas de los materiales, de las diferentes capas que conforman la estructura del pavimento.

La evaluación estructural consiste, básicamente, en determinar la capacidad de soporte del pavimento – subrasante, en cualquier momento de su vida de servicio.

Se planificaron los trabajos de la evaluación de los materiales que componen la superficie de rodadura y subrasante, trabajos que se realizaron de la siguiente manera:

#### 4.2.1.1 Espesores de capas

Preliminarmente en el análisis de la estructura de pavimento se requiere el conocimiento básico de las características y resistencia o capacidades soportantes del suelo. Se hizo registro del número de muestra, su ubicación y el espesor de la carpeta asfáltica, base, sub base, subrasante, teniendo los siguientes resultados en cm:

Cuadro 4. 1 Espesor de capas de estructura del pavimento

Muestra	Ubicación	Espesor (cm).		
		Carpeta asfáltica	Base	Sub base
PCA 1	0+920	12.5 cm	12 cm	20 cm
PCA 2	2+360	12.5 cm	12 cm	20 cm

Fuente: Autor

#### 4.2.1.2 Clasificación Granulométrica y Límites Atterberg

**Granulometría:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

**Límites de Atterberg.-** Estos ensayos junto con la granulometría por tamizado se requiere para la clasificación del suelo, en este caso su consistencia con respecto al contenido de humedad. A estos contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg, de acuerdo con las normas.

Los datos obtenidos, la descripción de las muestras y las curvas granulométricas se encuentran en el Anexo 2.2.1.1, Anexo 2.2.2.1, Anexo 2.2.3.1, Anexos 2.2.1.2, Anexo 2.2.2.2, Anexo 2.2.3.3

Cuadro 4. 2 Resumen de análisis granulométrico de material existente

MUESTRAS	ENSAYOS		
	PCA	Granulometría	Límites de consistencia
SUB RASANTE	PCA 1	Cu=0.53 y TNM= 1	Ll=26.20 Ip= 0.66
	PCA 2	Cu=0.7 y TNM=1.2	Ll=24.70 Ip= 1.78
SUB BASE	PCA 1	Cu=0.17 y TNM=52	Ll=24.70 Ip=1.01
	PCA 2	Cu=0.15 y TNM=51	Ll=26.25 Ip= 1.56
BASE	PCA 1	Cu=0.40 y TNM=50	Ll=21.80 Ip=1.58
	PCA 2	Cu=0.36 y TNM=50	Ll=21.80 Ip= 3.45
NORMATIVA		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

Fuente: Autor

#### 4.2.1.3 Ensayos de compactación

En este ensayo se puede determinar la compactación o densidad máxima de un suelo o agregado en relación a su contenido de humedad.

Los datos obtenidos en el ensayo se encuentran en el Anexo 2.2.1.3, Anexo 2.2.2.3, Anexo 2.2.3.3.

Cuadro 4. 3 Resumen ensayo de compactación

MUESTRAS	ENSAYOS	
	PCA	Densidad (Proctor)
SUB RASANTE	PCA 1	$\gamma_d=1.770$ w=12%
	PCA 2	$\gamma_d=1.720$ w=12.7%
SUB BASE	PCA 1	$\gamma_d=1.729$ w=10.40%
	PCA 2	$\gamma_d=1.738$ w=10.80%
BASE	PCA 1	$\gamma_d=1.7910$ w=9.8%
	PCA 2	$\gamma_d=1.790$ w=9.50%
NORMATIVA		AASHTO T-180; ASTM D1557

Fuente: Autor

#### 4.2.1.4 Ensayo de CBR

Determina la capacidad soportante del suelo (Relación de Soporte de California, por sus siglas en Ingles), de acuerdo con las normas ASTM D 1883, AASHTO T-193, en el cual se mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo (subrasante), sub base y/o base granular de un pavimento, bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

Los datos obtenidos en el ensayo y los gráficos se encuentran en el Anexo 2.2.1.4, Anexo 2.2.2.4, Anexo 2.2.3.4.

Cuadro 4. 4 Resumen de ensayo CBR

MUESTRAS	ENSAYOS	
	PCA	Valor de Soporte C.B.R.
SUB RASANTE	PCA 1	16%
	PCA 2	14%
SUB BASE	PCA 1	38.00%
	PCA 2	36.00%
BASE	PCA 1	54.00%
	PCA 2	53.00%
NORMATIVA		AASHTO T-193 ASTM D1883

Fuente: Autor

#### 4.2.1.5 Ensayo de desgaste por Abrasión

El desgaste de los ángeles es para estimar el efecto perjudicial que origina a los materiales su grado de alteración, es la acción y el efecto de desgastar por fricción.

Los datos obtenidos en el ensayo y los gráficos se encuentran en el Anexo 2.2.2.5, Anexo 2.2.3.5.

Cuadro 4. 5 Resumen de ensayo de desgaste por Abrasión

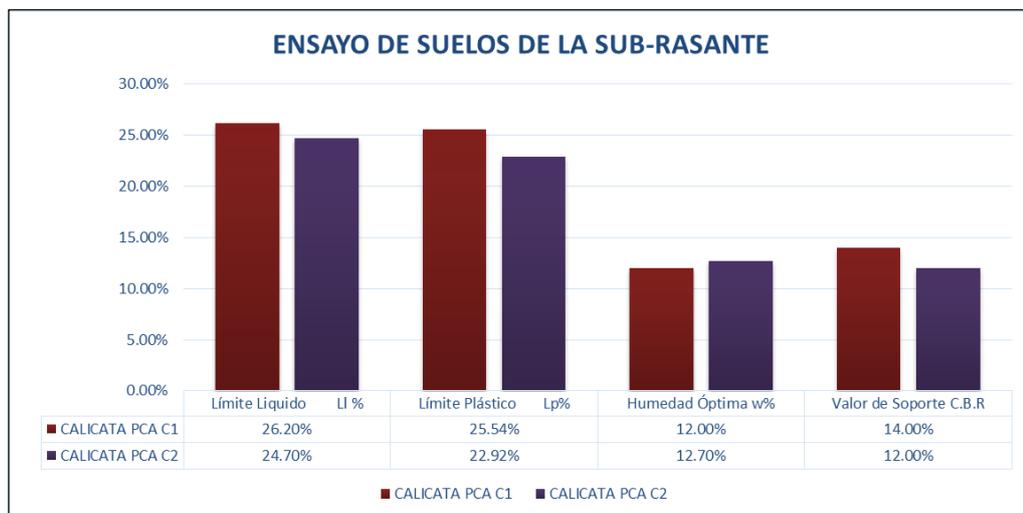
MUESTRAS	ENSAYOS		Especificaciones
	PCA	Abrasión	
SUB RASANTE	C1	No Aplica	
	C2	No Aplica	
SUB BASE	C1	46.50%	MTOPI. Tabla 403-1.1 MTOPI. Tablas 404-1.1 a 404-1.4
	C2	47.90%	
BASE	C1	48.90%	MTOPI. Tabla 403-1.1 MTOPI. Tablas 404-1.1 a 404-1.4
	C2	50.21%	
NORMATIVA		AASHTO T-96-77 ASTM C-131 INEN 860 Y 861	

Fuente: Autor

#### 4.2.1.6 Determinación del tipo de suelo

**Sub-rasante:**

Gráfico 4. 1 Comparación de calicatas de la Sub-rasante



Fuente: Autor

Cuadro 4. 6 Determinación del tipo de Subrasante

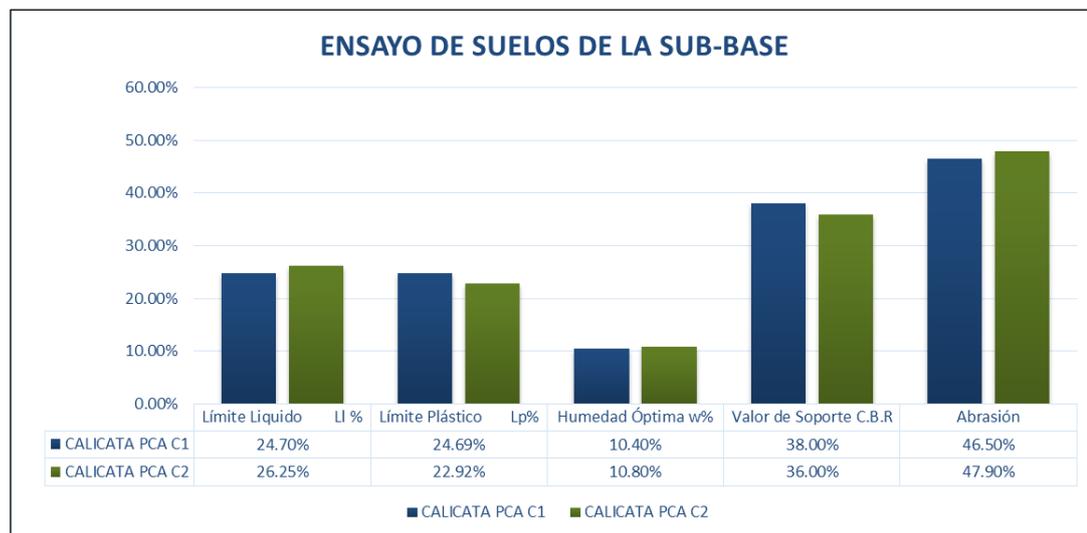
DETERMINAR EL TIPO DE SUBRASANTE			
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	CALICATA		DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO
	PCA C1	PCA C2	
VISUAL			SUELO ARENOSO CON PRECENCIA DE LIMOS MAL GRADUADO
AASHTO	A-3	A-3	
SUCS	SM	SM	
PROPIEDADES DEL SUELO			
HUMEDAD OPTIMA	12.00%	12.70%	SUBRASANTE DE CALIDAD REGULAR A BUENA
VALOR DE SOPORTE CBR	14.00%	12.00%	
LIMITE LIQUIDO	26.20%	24.70%	SUELO NO PLÁSTICO
INDICE PLÁSTICO	0.66%	1.78%	

Fuente: Autor

Tomando en cuenta que estas muestras son alteradas ya que fueron llevadas al laboratorio para ser analizadas podemos decir que los resultados son aceptables y que posee un valor de CBR de 13% siendo una subrasante de calidad de regular a buena.

**Sub-base:**

Gráfico 4. 2 Comparación de calicatas de la Sub-base



Fuente: Autor

Cuadro 4. 7 Determinar el tipo de Sub-base

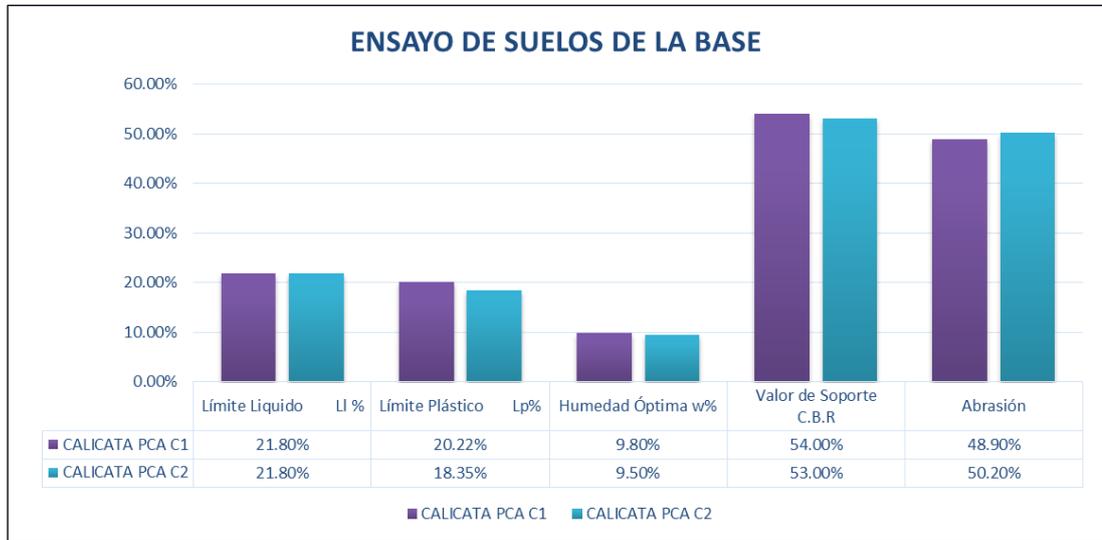
<b>DETERMINAR EL TIPO DE SUB-BASE</b>			
<b>SISTEMA DE CLASIFICACIÓN</b>	<b>CALICATA</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO</b>
	<b>PCA C1</b>	<b>PCA C2</b>	
VISUAL			GRAVA CON ARENA MAL GRADUADO
AASHTO	A-1-b	A-1-b	
SUCS	SP	SP	
<b>PROPIEDADES DEL SUELO</b>			
HUMEDAD OPTIMA	10.40%	10.80%	SUB-BASE DE CALIDAD BUENA
VALOR DE SOPORTE CBR	38.00%	36.00%	
LIMITE LIQUIDO	24.70%	26.25%	SUELO DE BAJA PLÁSTICIDAD
INDICE PLÁSTICO	1.01%	1.56%	
DESGASTE	46.50%	47.90%	CUMPLE COMO SUB-BASE
<b>DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA</b>			
TAMIZ #	% QUE PASA		COMPARANDO LA GRANULOMETRÍA CON EL MTOP TABLA 403-1.1 SE DETERMINA QUE EL SUELO ENSAYADO ES UNA SUB-BASE CLASE 3
2"	93.90%	94.02%	
1 1/2"	89.08%	89.21%	
1"	81.56%	81.67%	
3/4"	77.06%	77.06%	
1/2"	72.83%	72.58%	
3/8"	66.89%	66.89%	
N 4	58.64%	58.64%	
N 10	51.63%	51.63%	
N 40	36.90%	37.80%	
N100	21.80%	17.03%	
N200	10.27%	5.50%	

Fuente: Autor

De acuerdo a la tabla de especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MTOP 2013, está en los rangos de los límites de consistencia, posee un valor de CBR de 37 % el cual es un valor muy bueno, tiene un valor de desgaste menor que 50 % y una granulometría que lo clasifica como una sub-base clase 3. Se debe tomar en cuenta que estas muestras son alteradas.

Base:

Gráfico 4. 3 Comparación de calicatas de la base



Fuente: Autor

Cuadro 4. 8 Determinación del tipo de base

<b>DETERMINAR EL TIPO DE BASE</b>			
<b>SISTEMA DE CLASIFICACIÓN</b>	<b>CALICATA</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENSAYADO</b>
	<b>PCA C1</b>	<b>PCA C2</b>	
VISUAL			GRAVA CON ARENA MAL GRADUADO
AASHTO	A-1-b	A-1-b	
SUCS	SP	SP	
<b>PROPIEDADES DEL SUELO</b>			
HUMEDAD OPTIMA	10.40%	10.80%	BASE DE CALIDAD REGULAR
VALOR DE SOPORTE CBR	54.00%	53.00%	
LIMITE LIQUIDO	24.70%	26.25%	SUELO DE BAJA PLÁSTICIDAD
INDICE PLÁSTICO	1.58%	3.45%	
DESGASTE	48.90%	50.21%	NO CUMPLE COMO BASE
<b>DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA</b>			
TAMIZ #	% QUE PASA		COMPARANDO LA GRANULOMETRÍA CON EL MTOP TABLA 403-1.1 SE DETERMINA QUE EL SUELO ENSAYADO ES UNA BASE CLASE 4
2"	95.27%	95.07%	
1 1/2"	90.46%	90.30%	
1"	85.23%	85.27%	
3/4"	82.11%	81.99%	
1/2"	79.27%	79.20%	
3/8"	75.33%	75.26%	
N 4	66.49%	66.41%	
N 10	61.55%	61.47%	
N 40	40.92%	41.84%	
N100	19.52%	21.44%	
N200	8.24%	11.16%	

Fuente: Autor



### Unidad de muestreo

Se utilizó la metodología PCI, en donde el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1.

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

Donde:

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 estimativo del PCI de la sección (confiabilidad 95% e=5%).

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades. Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar del PCI de 10 para pavimento asfáltico.

Se ha adoptado una longitud de muestra de 30.0 m, debido a que el ancho promedio de la calzada es de 7.60 m. Esto da un área de 228.00 m<sup>2</sup>, la cual encaja en los valores normados en Cuadro 2.5.

Para el número total de muestras, resulta de dividir la longitud total de la vía entre la longitud de la muestra:

$$N = \frac{2400}{30} = 80$$

Aplicando la ecuación 1, se calcula las unidades a ser evaluadas, se adoptará un error e= 5% y una desviación estándar de 10, debido a que esta es la primera evaluación que se realiza. De modo que tenemos:

$$n = \frac{80 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (80 - 1) + * 10^2}$$

$$n = 13.47$$

$$n = 13$$

Para determinar los intervalos, aplicamos la siguiente ecuación:

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

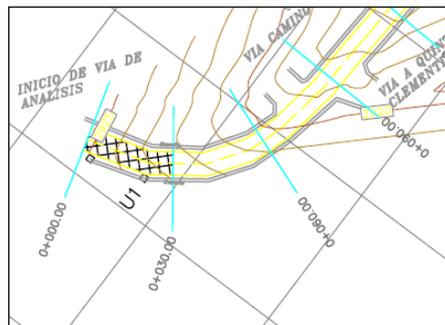
$$i = \frac{80}{13} = 6.15$$

$$i = 6$$

Esto quiere decir, que de las 80 unidades de muestreo, 13 de estas fueron evaluadas con un intervalo de cada 6 unidades, de acuerdo a la implantación detallada en el Anexo 2.5.2

A continuación describiremos la evaluación de la Unidad 1.

Imagen 4. 3 Implantación Unidad 1



Fuente: Autor

Una vez registrada todas las fallas según el área, tipo y severidad, se suma la cantidad de cada falla por su respectivo nivel de severidad y se registra en la columna denominada Total.

Para la unidad 1 tenemos:

**10 M:** Que se refiere a la falla de Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento portland) de severidad media con sus cantidades y de acuerdo al nivel de severidad. Que es el total de las áreas con la misma severidad.

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

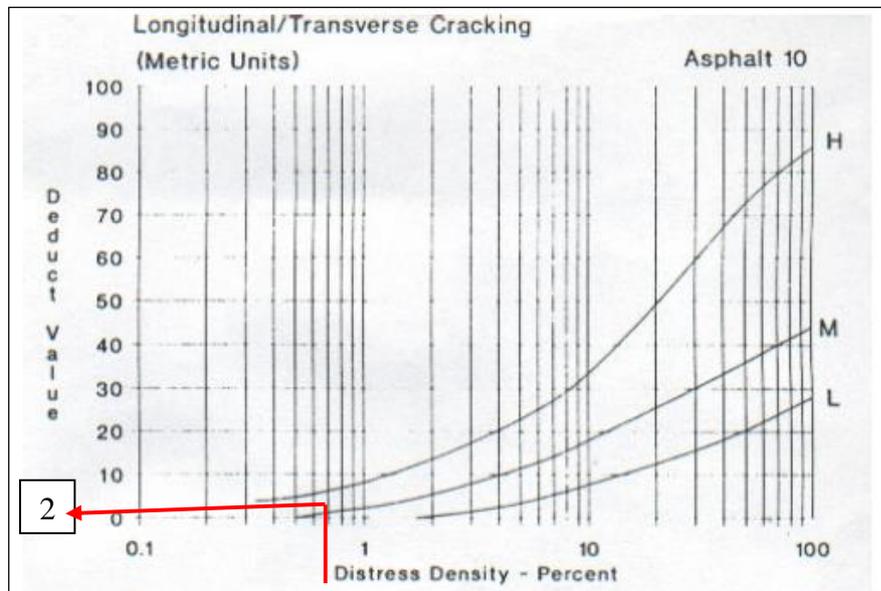
La densidad de las fallas medidas en unidades de área  $m^2$ , se calcula:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{Área total de la falla (m}^2\text{)}}{\text{Área de la unidad muestra (m}^2\text{)}} * 100$$

$$\text{DENSIDAD} = \frac{1.80 \text{ m}^2}{228 \text{ m}^2} * 100 = 0.79$$

Se procedió a determinar el valor deducido para cada tipo de daño en este caso grietas longitudinales y transversales nivel de severidad medio mediante las curvas denominadas valor deducido de daño, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Imagen 4. 4 Curvas denominadas valores deducidos del daño falla grietas longitudinales y transversales (L=bajo, M= Medio, H=alto)



Fuente: Autor

**1 M:** Que se refiere a la falla de piel de cocodrilo de severidad media con sus cantidades y de acuerdo al nivel de severidad. Que es el total de las áreas con la misma severidad.

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

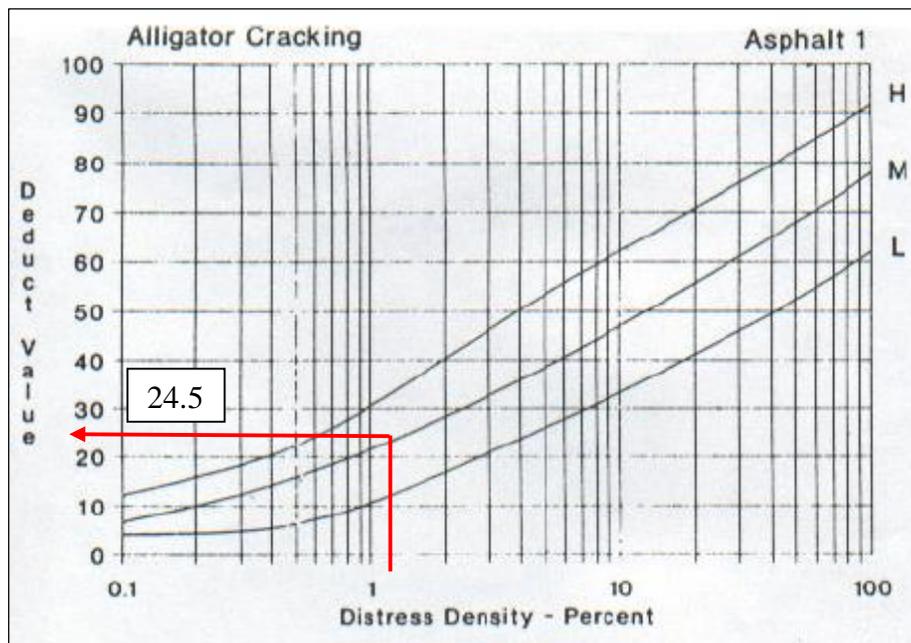
La densidad de las fallas medidas en unidades de área m<sup>2</sup>, se calcula:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{Área total de la falla (m}^2\text{)}}{\text{Área de la unidad muestra (m}^2\text{)}} * 100$$

$$\text{DENSIDAD} = \frac{3.96 \text{ m}^2}{228 \text{ m}^2} * 100 = 1.74$$

Se procedió a determinar el valor deducido para cada tipo de daño en este caso piel de cocodrilo nivel de severidad medio mediante las curvas denominadas valor deducido de daño, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Imagen 4. 5 Curvas denominadas valores deducidos del daño falla piel de cocodrilo (L=bajo, M=Medio, H=alto)



Fuente: Autor

**10 B:** Que se refiere a la falla de Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento portland) de severidad baja con sus cantidades y de acuerdo al nivel de severidad. Que es el total de las áreas con la misma severidad.

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

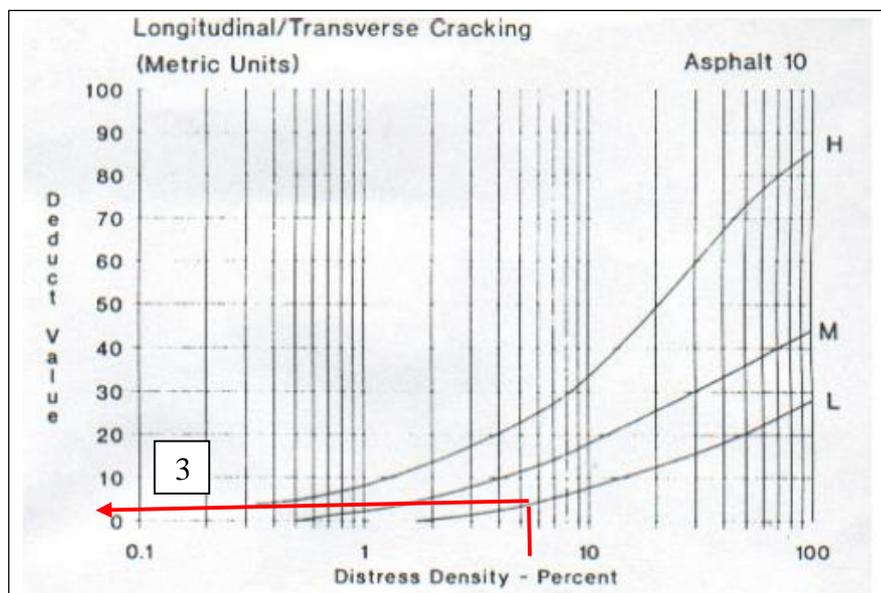
La densidad de las fallas medidas en unidades de área  $\text{m}^2$ , se calcula:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{Área total de la falla (m}^2\text{)}}{\text{Área de la unidad muestra (m}^2\text{)}} * 100$$

$$\text{DENSIDAD} = \frac{13.00 \text{ m}^2}{228 \text{ m}^2} * 100 = 5.70$$

Se procedió a determinar el valor deducido para cada tipo de daño en este caso Grietas longitudinales y transversales (no son de reflexión de losas de concreto de cemento portland) nivel de severidad bajo mediante las curvas denominadas valor deducido de daño, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Imagen 4. 6 Curvas denominadas valores deducidos del daño falla grietas longitudinales y transversales (L=bajo, M= Medio, H=alto)



Fuente: Autor

**3 B:** Que se refiere a la falla de agrietamiento en bloque de severidad baja con sus cantidades y de acuerdo al nivel de severidad. Que es el total de las áreas con la misma severidad.

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

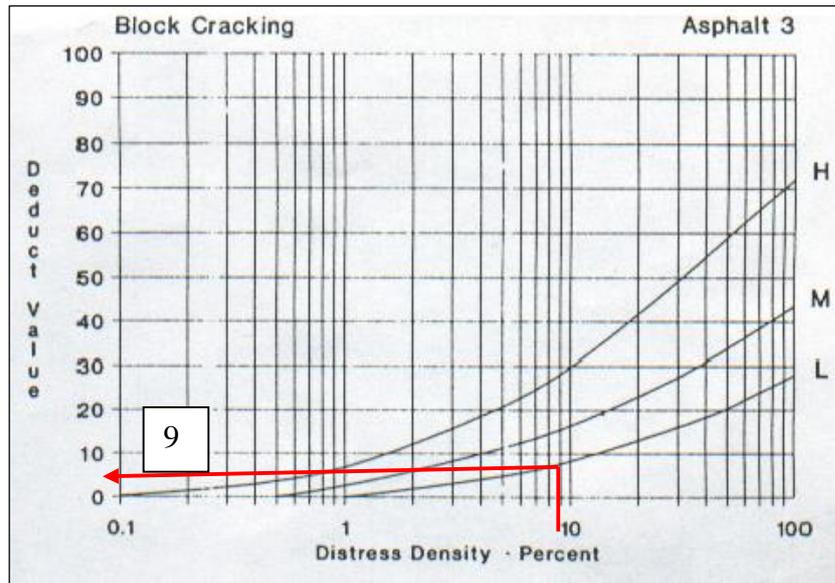
La densidad de las fallas medidas en unidades de área m<sup>2</sup>, se calcula:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{Área total de la falla (m}^2\text{)}}{\text{Área de la unidad muestra (m}^2\text{)}} * 100$$

$$\text{DENSIDAD} = \frac{20.85 \text{ m}^2}{228 \text{ m}^2} * 100 = 9.14$$

Se procedió a determinar el valor deducido para cada tipo de daño en este caso agrietamiento en bloque, nivel de severidad bajo mediante las curvas denominadas valor deducido de daño, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Imagen 4. 7 Curvas denominadas valores deducidos del daño fisura en bloque (L=bajo, M= Medio, H=alto)



Fuente: Autor

**11 M:** Que se refiere a la falla de parcheo de severidad media con sus cantidades y de acuerdo al nivel de severidad medio. Que es el total de las áreas con la misma severidad.

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

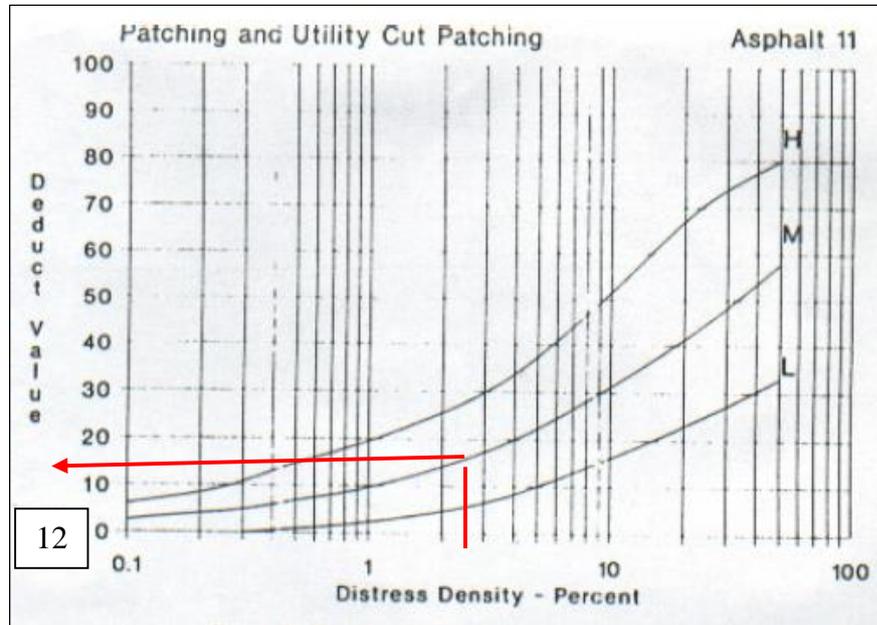
La densidad de las fallas medidas en unidades de área  $\text{m}^2$ , se calcula:

$$\text{DENSIDAD} = \frac{\text{Área total de la falla (m}^2\text{)}}{\text{Área de la unidad muestra (m}^2\text{)}} * 100$$

$$\text{DENSIDAD} = \frac{5.85 \text{ m}^2}{228 \text{ m}^2} * 100 = 2.57$$

Se procedió a determinar el valor deducido para cada tipo de daño en este caso parcheo, nivel de severidad medio mediante las curvas denominadas valor deducido de daño, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

Imagen 4. 8 Curvas denominadas valores deducidos del daño parcheo (L=bajo, M= Medio, H=alto)



12

Fuente: Autor

Y finalmente se obtienen los resultados para el primer tipo de falla de esta unidad. Se debe repetir el proceso para las demás fallas de la unidad 1.

A continuación, se detallará paso a paso como calcular los valores.

Se elaboró una lista de valores deducidos para la unidad de muestreo 1 del tramo 1 con las curvas.

2
24.5
3
9
12

Con la ecuación del Número Máximo de Valores Deducidos (mi):

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$$

Se empleó el valor deducido más alto en este caso 24.50 y se ingresó a la ecuación establecida siendo:

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 24.5) = 7.93$$

Se determinó el Valor Deducido Total sumando todos los valores deducidos individuales

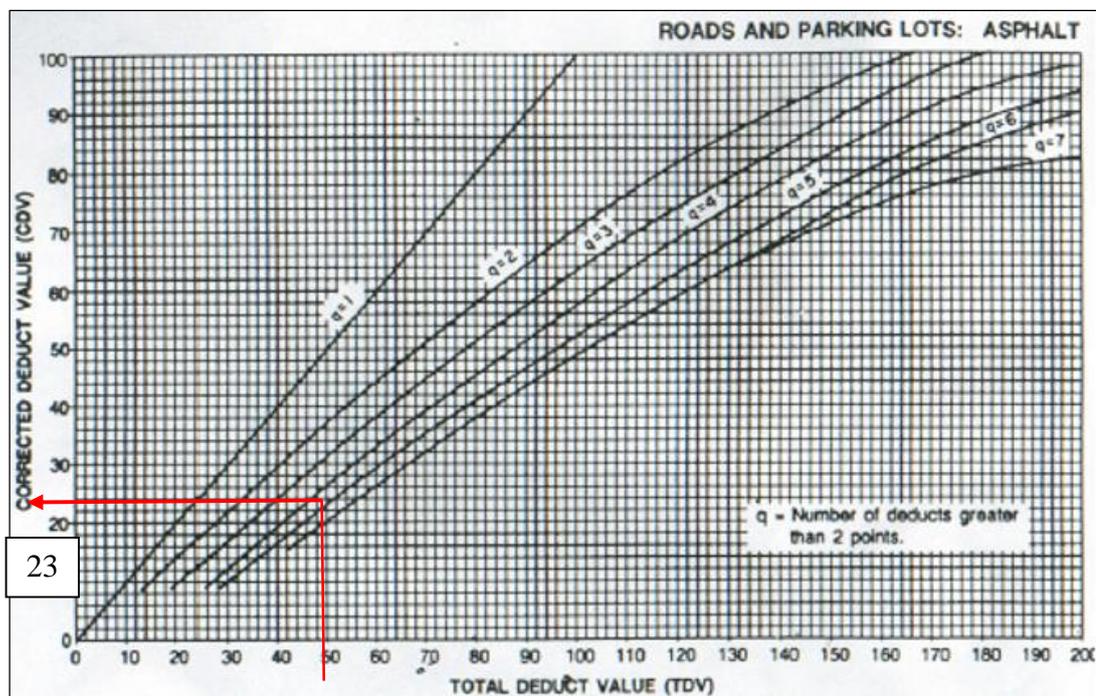
Así:  $24.5+12+9+3+2= 50.5$

Se estableció el número de valores deducidos **q** mayor que 2.

Así:  $24.5+12+9+3+2$  siendo 5 valores

Se procedió a determinar el valor deducido corregido con **q** y el valor deducido total en la curva de corrección perteneciente al tipo de pavimento inspeccionado ingresando a la curva todos los resultados en este caso el 50.5 y siendo el valor de 23 el Valor Deducido Corregido.

Imagen 4. 9 Curva de corrección



Fuente: Autor

Se resta el 100 que es el valor más alto en la escala de calificación del PCI, al máximo Valor Deducido Corregido que en este caso es 32.

100	EXCELENTE	
85	MUY BUENO	MaxCVD=32
70	BUENO	PCI=100-32=68
55	REGULAR	
40	MALO	PCI= 68 Bueno
25	MUY MALO	
10 0	FALLADO	

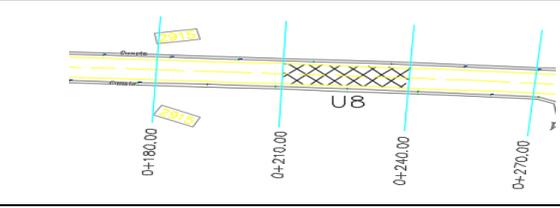
Finalmente se tiene el valor PCI para esa unidad 1 que es 68, que está en el rango de BUENO.

Los ábacos del tipo de daño y nivel de severidad se encuentran en el **Anexo 2.3.1**

A continuación se encuentran los cuadros de la Evaluación de la condición superficial.



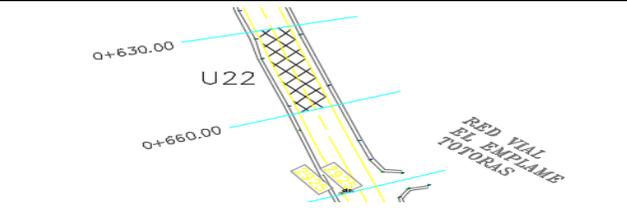
Cuadro 4. 11 Unidad de muestra U 8

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA <b>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>										
<b>NOBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalva en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.		<b>ESQUEMA:</b> 									
<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400 <b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1 <b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U8 <b>ABSCISA INICIAL:</b> K 0+210 <b>ABSCISA FINAL:</b> K 0+240 <b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m <sup>2</sup>											
TIPOS DE DAÑOS											
1.- Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )	6.- Depresión (m <sup>2</sup> )	11.- Parcheo (m <sup>2</sup> )	16.- Desplazamiento (m <sup>2</sup> )								
2.- Exudación (m <sup>2</sup> )	7.- Fisura de borde (m)	12.- Pulimento de Agregados (m <sup>2</sup> )	17.- Grieta parabólica (m <sup>2</sup> )								
3.- Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )	8.- Fisura de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m <sup>2</sup> )								
4.- Abultamientos y hundimientos (m)	9.- Desnivel carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m <sup>2</sup> )	19.- Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )								
5.- Corrugación (m <sup>2</sup> )	10.- Grietas long y transversales (m)	15.- Ahuellamiento									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3	A	55.50						55.50	24.34	35	
11	M	3.64	5.06					8.70	3.81	16	
3	B	0.96	2.88	6.30				10.14	4.45	4	
4	M	3.50						3.50	1.54	14	
3	M	12.30						12.30	5.39	9	
1	M	7.00	16.00					23.00	10.09	47	
<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>									NO APLICA		
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)											
		HDVI=		47							
		mi=		5.87							
		PCI=		100-MVDC				<b>PCI=</b>		<b>34</b>	
N	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	mi	VDC		
1	47	35	16	14	9	9	121	5.00	62		
2	47	35	16	14	2	2	114	4.00	66		
3	47	35	16	2	2	2	102	3.00	64		
4	47	35	2	2	2	2	88	2.00	64		
5	47	2	2	2	2	2	55	1.00	55		
							<b>MÁXIMO</b>		<b>66</b>		

Fuente: Autor

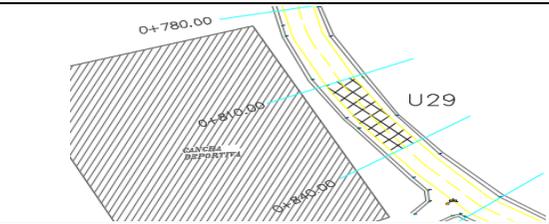


Cuadro 4. 13 Unidad de muestra U 22

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA <b>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>																																																														
<b>NOBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.		<b>ESQUEMA:</b> 																																																													
<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400 <b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1 <b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U22 <b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m2	<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 0+630 <b>ABSCISA FINAL:</b> K 0+650																																																														
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>																																																															
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.- Corrugación (m2)	10.- Grietas long y transversales (m)	15.- Ahuellamiento																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DAÑO</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="5">CANTIDAD</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD</th> <th>VALOR DEDUCIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>M</td> <td>86.58</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>86.58</td> <td>37.97</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>M</td> <td>14.52</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>14.52</td> <td>6.37</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>M</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.00</td> <td>0.44</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>M</td> <td>90.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>90.00</td> <td>39.47</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td colspan="9" style="text-align: right;"><b>Valor total de Deducción (VDT)</b></td> <td>NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table>			DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	11	M	86.58					86.58	37.97	53	1	M	14.52					14.52	6.37	41	13	M	1.00					1.00	0.44	19	3	M	90.00					90.00	39.47	31	<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>									NO APLICA	
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																																																						
11	M	86.58					86.58	37.97	53																																																						
1	M	14.52					14.52	6.37	41																																																						
13	M	1.00					1.00	0.44	19																																																						
3	M	90.00					90.00	39.47	31																																																						
<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>									NO APLICA																																																						
<b>NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)</b> HDVI= 41 mi= 6.42 PCI= 100-MVDC			<b>PCI= 20</b>																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N</th> <th colspan="4">VALOR DEDUCIDO</th> <th>TOTAL</th> <th>mi</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>53</td> <td>41</td> <td>31</td> <td>19</td> <td>144</td> <td>4.00</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>53</td> <td>41</td> <td>31</td> <td>2</td> <td>127</td> <td>3.00</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>53</td> <td>41</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>98</td> <td>2.00</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>53</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>59</td> <td>1.00</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;"><b>MÁXIMO</b></td> <td></td> <td><b>80</b></td> </tr> </tbody> </table>			N	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	mi	VDC	1	53	41	31	19	144	4.00	80	2	53	41	31	2	127	3.00	78	3	53	41	2	2	98	2.00	64	4	53	2	2	2	59	1.00	59	<b>MÁXIMO</b>							<b>80</b>													
N	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	mi	VDC																																																								
1	53	41	31	19	144	4.00	80																																																								
2	53	41	31	2	127	3.00	78																																																								
3	53	41	2	2	98	2.00	64																																																								
4	53	2	2	2	59	1.00	59																																																								
<b>MÁXIMO</b>							<b>80</b>																																																								

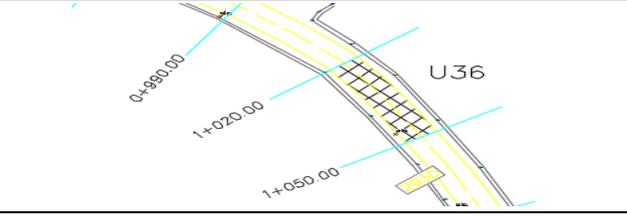
Fuente: Autor

Cuadro 4. 14 Unidad de muestra U 29

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA <b>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>								
<b>NOBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.		<b>ESQUEMA:</b> 							
<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400 <b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1 <b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U29 <b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m2	<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 0+810 <b>ABSCISA FINAL:</b> K 0+840								
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>									
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.- Corrugación (m2)	10.- Grietas long y transversales (m)	15.- Ahuellamiento							
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
1	M	90.00	96.00	9.00			195.00	85.53	75
11	M	0.58					0.58	0.25	5
10	M	5.50					5.50	2.41	6
<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>								NO APLICA	
<b>NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)</b>									
HDVI= 75 mi= 3.30 PCI= 100-MVDC									
								<b>PCI=</b>	<b>21</b>
<b>N</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>		<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>				
1	75	6	5	86	3.00	54			
2	75	6	2	83	2.00	60			
3	75	2	2	79	1.00	79			
			<b>MÁXIMO</b>			<b>79</b>			

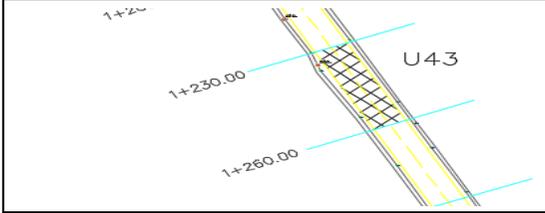
Fuente: Autor

Cuadro 4. 15 Unidad de muestra U 36

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA <b>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>											
<b>NOBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.		<b>ESQUEMA:</b> 										
<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400 <b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1 <b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U36 <b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m <sup>2</sup>		<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 1+020 <b>ABSCISA FINAL:</b> K 1+050										
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>												
1.- Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )		6.- Depresión (m <sup>2</sup> )										
2.- Exudación (m <sup>2</sup> )		7.- Fisura de borde (m)										
3.- Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )		8.- Fisura de reflexión de junta (m)										
4.- Abultamientos y hundimientos (m)		9.- Desnivel carril / berma (m)										
5.- Corrugación (m <sup>2</sup> )		10.- Grietas long y transversales (m)										
		11.- Parcheo (m <sup>2</sup> )										
		12.- Pulimento de Agregados (m <sup>2</sup> )										
		13.- Huecos (cantidad)										
		14.- Cruce de vía ferrea (m <sup>2</sup> )										
		15.- Ahuellamiento										
		16.- Desplazamiento (m <sup>2</sup> )										
		17.- Grieta parabólica (m <sup>2</sup> )										
		18.- Hinchamiento (m <sup>2</sup> )										
		19.- Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )										
<b>DAÑO SEVERIDAD CANTIDAD TOTAL DENSIDAD VALOR DEDUCIDO</b>												
1	B	93.00							93.00	40.79	50	
13	B	1.00	1.00						2.00	0.88	18	
13	M	1.00							1.00	0.44	19	
11	M	5.39	1.33	0.70	0.59	4.24	1.54	0.76	14.55	6.38	24	
1	M	0.84	0.96						1.80	0.79	19	
3	M	3.00	3.00						6.00	2.63	8	
<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>										NO APLICA		
<b>NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)</b>												
HDVI= 50												
mi= 5.59												
PCI= 100-MVDC												
										<b>PCI= 35</b>		
<b>N</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>						<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>			
1	50	24	19	18	8	119	5.00	62				
2	50	24	19	18	2	113	4.00	65				
3	50	24	19	2	2	97	3.00	62				
4	50	24	2	2	2	80	2.00	58				
5	50	2	2	2	2	58	1.00	58				
<b>MÁXIMO</b>								<b>65</b>				

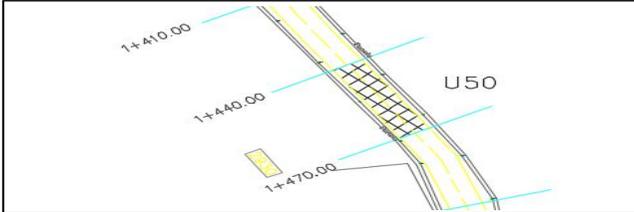
Fuente: Autor

Cuadro 4. 16 Unidad de muestra U 43

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI		ESQUEMA:									
											
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.											
<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400											
<b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1											
<b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U43		<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 1+230									
<b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m <sup>2</sup>		<b>ABSCISA FINAL:</b> K 1+260									
TIPOS DE DAÑOS											
1.- Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )			6.- Depresión (m <sup>2</sup> )			11.- Parcheo (m <sup>2</sup> )			16.- Desplazamiento (m <sup>2</sup> )		
2.- Exudación (m <sup>2</sup> )			7.- Fisura de borde (m)			12.- Pulimento de Agregados (m <sup>2</sup> )			17.- Grieta parabólica (m <sup>2</sup> )		
3.- Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )			8.- Fisura de reflexión de junta (m)			13.- Huecos (cantidad)			18.- Hinchamiento (m <sup>2</sup> )		
4.- Abultamientos y hundimientos (m)			9.- Desnivel carril / berma (m)			14.- Cruce de vía ferrea (m <sup>2</sup> )			19.- Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )		
5.- Corrugación (m <sup>2</sup> )			10.- Grietas long y transversales (m)			15.- Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
1	M	63.00					63.00	27.63	60		
10	A	1.60					1.60	0.70	6		
11	B	3.92					3.92	1.72	14		
3	M	2.76	36.00	40.00			78.76	34.54	29		
11	M	28.00	4.65				32.65	14.32	35		
									<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>		NO APLICA
<b>NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)</b>											
HDVI= 60 mi= 4.67 PCI= 100-MVDC											
									<b>PCI=</b>		<b>21</b>
N	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	mi	VDC			
1	60	35	29	14	6	144	5.00	74			
2	60	35	29	14	2	140	4.00	79			
3	60	35	29	2	2	128	3.00	78			
4	60	35	2	2	2	101	2.00	67			
5	60	2	2	2	2	68	1.00	68			
<b>MÁXIMO</b>								<b>79</b>			

Fuente: Autor

Cuadro 4. 17 Unidad de muestra U 50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI		ESQUEMA:							
									
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.									
<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400									
<b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1									
<b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U50		<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 1+440							
<b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m <sup>2</sup>		<b>ABSCISA FINAL:</b> K 1+470							
TIPOS DE DAÑOS									
1.- Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )	6.- Depresión (m <sup>2</sup> )	11.- Parcheo (m <sup>2</sup> )	16.- Desplazamiento (m <sup>2</sup> )						
2.- Exudación (m <sup>2</sup> )	7.- Fisura de borde (m)	12.- Pulimento de Agregados (m <sup>2</sup> )	17.- Grieta parabólica (m <sup>2</sup> )						
3.- Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )	8.- Fisura de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m <sup>2</sup> )						
4.- Abultamientos y hundimientos (m)	9.- Desnivel carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m <sup>2</sup> )	19.- Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )						
5.- Corrugación (m <sup>2</sup> )	10.- Grietas long y transversales (m)	15.- Ahuellamiento							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
11	M	24.00					24.00	10.53	31
3	M	93.00					93.00	40.79	32
3	B	3.15					3.15	1.38	1
13	B	1.00					1.00	0.44	11
1	M	6.20					6.20	2.72	33
1	B	8.61					8.61	3.78	26
								<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>	NO APLICA
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)									
		HDVI=		32					
		mi=		7.24					
		PCI=		100-MVDC		PCI=		28	
N	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	mi	VDC
1	33	32	31	26	11	1	134	6.00	66
2	33	32	31	26	11	2	135	5.00	70
3	33	32	31	26	2	2	126	4.00	72
4	33	32	31	2	2	2	102	3.00	64
5	33	32	2	2	2	2	73	2.00	53
6	33	2	2	2	2	2	43	1.00	43
							<b>MÁXIMO</b>	<b>72</b>	

Fuente: Autor

Cuadro 4. 18 Unidad de muestra U 57

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA <b>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>										
<b>NOBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.		<b>ESQUEMA:</b> 									
<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400 <b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1 <b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U57 <b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m <sup>2</sup>		<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 1+650 <b>ABSCISA FINAL:</b> K 1+680									
TIPOS DE DAÑOS											
1.- Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )			6.- Depresión (m <sup>2</sup> )			11.- Parcheo (m <sup>2</sup> )			16.- Desplazamiento (m <sup>2</sup> )		
2.- Exudación (m <sup>2</sup> )			7.- Fisura de borde (m)			12.- Pulimento de Agregados (m <sup>2</sup> )			17.- Grieta parabólica (m <sup>2</sup> )		
3.- Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )			8.- Fisura de reflexión de junta (m)			13.- Huecos (cantidad)			18.- Hinchamiento (m <sup>2</sup> )		
4.- Abultamientos y hundimientos (m)			9.- Desnivel carril / berma (m)			14.- Cruce de vía ferrea (m <sup>2</sup> )			19.- Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )		
5.- Corrugación (m <sup>2</sup> )			10.- Grietas long y transversales (m)			15.- Ahuellamiento					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1	M	123.00						123.00	53.95	68	
13	B	1.00						1.00	0.44	11	
13	M	1.00						1.00	0.44	19	
3	B	117.00						117.00	51.32	21	
<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>										NO APLICA	
<b>NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)</b>											
HDVI= 68 mi= 3.94 PCI= 100-MVDC											
										<b>PCI=</b>	<b>26</b>
N	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	mi	VDC				
1	68	21	19	11	119	4.00	68				
2	68	21	19	2	110	3.00	68				
3	68	21	2	2	93	2.00	66				
4	68	2	2	2	74	1.00	74				
<b>MÁXIMO</b>							<b>74</b>				

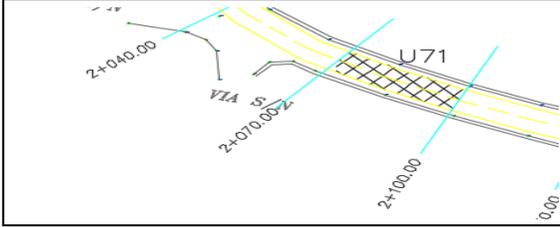
Fuente: Autor

Cuadro 4. 19 Unidad de muestra U 64

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>										
<b>NOBRE DE LA VÍA:</b>  <b>TRAMO:</b> <b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> <b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> <b>ÁREA DE LA MUESTRA:</b>	Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.  Abscisa K 0+000 al K 2+400 1 U64 228 m <sup>2</sup>				<b>ESQUEMA:</b> 						
		<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 1+860 <b>ABSCISA FINAL:</b> K 1+890									
TIPOS DE DAÑOS											
1.- Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )	6.- Depresión (m <sup>2</sup> )	11.- Parcheo (m <sup>2</sup> )	16.- Desplazamiento (m <sup>2</sup> )								
2.- Exudación (m <sup>2</sup> )	7.- Fisura de borde (m)	12.- Pulimento de Agregados (m <sup>2</sup> )	17.- Grieta parabólica (m <sup>2</sup> )								
3.- Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )	8.- Fisura de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m <sup>2</sup> )								
4.- Abultamientos y hundimientos (m)	9.- Desnivel carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m <sup>2</sup> )	19.- Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )								
5.- Corrugación (m <sup>2</sup> )	10.- Grietas long y transversales (m)	15.- Ahuellamiento									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
3	M	106.60					106.60	46.75	33		
11	B	0.49	0.24	0.90	0.96		2.59	1.14	3		
3	B	24.85	6.40	6.15			37.40	16.40	11		
1	M	10.00	13.26				23.26	10.20	47		
									<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>		NO APLICA
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)											
HDVI= 33 mi= 7.15 PCI= 100-MVDC											
									<b>PCI=</b>	<b>40</b>	
N	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	mi	VDC				
1	47	33	11	3	94	4.00	54				
2	47	33	11	2	93	3.00	59				
3	47	33	2	2	84	2.00	60				
4	47	2	2	2	53	1.00	53				
<b>MÁXIMO</b>							<b>60</b>				

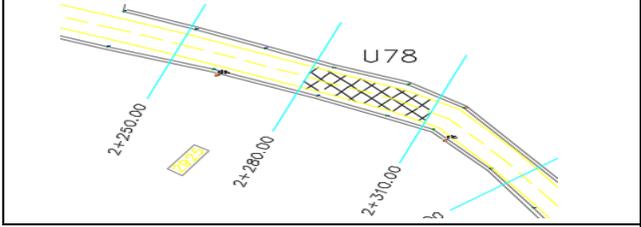
Fuente: Autor

Cuadro 4. 20 Unidad de muestra U 71

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA <b>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>					
<b>ESQUEMA:</b>						
<b>NOBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.						
<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400						
<b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1						
<b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U71		<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 2+070				
<b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m <sup>2</sup>		<b>ABSCISA FINAL:</b> K 2+100				
<b>TIPOS DE DAÑOS</b>						
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.- Corrugación (m2)	10.- Grietas long y transversales (m)	15.- Ahuellamiento				
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
11	B	0.72	0.44	0.91	2.07	
13	A	1.00			0.91	
1	M	120.00			1.00	
					0.44	
					52.63	
					62	
<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>					<b>NO APLICA</b>	
<b>NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)</b>						
HDVI= 62 mi= 4.49 PCI= 100-MVDC						
					<b>PCI= 34</b>	
<b>N</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>			<b>TOTAL</b>	<b>mi</b>	<b>VDC</b>
1	62	37	3	102	3.00	64
2	62	37	2	101	2.00	71
3	62	2	2	66	1.00	66
				<b>MÁXIMO</b>	<b>66</b>	<b>66</b>

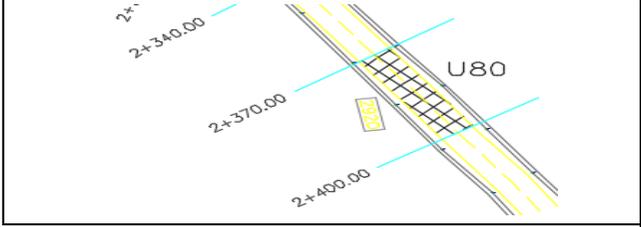
Fuente: Autor

Cuadro 4. 21 Unidad de muestra U 78

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA <b>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</b>																																																																									
<p><b>ESQUEMA:</b></p> 																																																																										
<p><b>NOBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.</p>																																																																										
<p><b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400</p>																																																																										
<p><b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1</p>																																																																										
<p><b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U78</p>																																																																										
<p><b>AREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m<sup>2</sup></p>																																																																										
<p><b>ABSCISA INICIAL:</b> K 2+280</p>																																																																										
<p><b>ABSCISA FINAL:</b> K 2+310</p>																																																																										
<p><b>TIPOS DE DAÑOS</b></p>																																																																										
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.- Corrugación (m2)	10.- Grietas long y transversales (m)	15.- Ahuellamiento																																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DAÑO</th> <th>SEVERIDAD</th> <th colspan="4">CANTIDAD</th> <th>TOTAL</th> <th>DENSIDAD</th> <th>VALOR DEDUCIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>M</td> <td>60.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>60.00</td> <td>26.32</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>B</td> <td>99.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>99.00</td> <td>43.42</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>M</td> <td>1.65</td> <td>9.00</td> <td>1.60</td> <td></td> <td>12.25</td> <td>5.37</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="8" style="text-align: right;"><b>Valor total de Deducción (VDT)</b></td> <td>NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table>			DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	1	M	60.00				60.00	26.32	56	1	B	99.00				99.00	43.42	51	11	M	1.65	9.00	1.60		12.25	5.37	23																												<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>								NO APLICA
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO																																																																		
1	M	60.00				60.00	26.32	56																																																																		
1	B	99.00				99.00	43.42	51																																																																		
11	M	1.65	9.00	1.60		12.25	5.37	23																																																																		
<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>								NO APLICA																																																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HDVI=</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>mi=</td> <td>5.04</td> </tr> <tr> <td>PCI=</td> <td>100-MVDC</td> </tr> <tr> <td><b>PCI=</b></td> <td><b>22</b></td> </tr> </tbody> </table>			NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)		HDVI=	56	mi=	5.04	PCI=	100-MVDC	<b>PCI=</b>	<b>22</b>																																																														
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)																																																																										
HDVI=	56																																																																									
mi=	5.04																																																																									
PCI=	100-MVDC																																																																									
<b>PCI=</b>	<b>22</b>																																																																									
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N</th> <th colspan="3">VALOR DEDUCIDO</th> <th>TOTAL</th> <th>mi</th> <th>VDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>56</td> <td>51</td> <td>23</td> <td>130</td> <td>3.00</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>56</td> <td>51</td> <td>2</td> <td>109</td> <td>2.00</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>56</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>60</td> <td>1.00</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>MÁXIMO</b></td> <td></td> <td><b>78</b></td> </tr> </tbody> </table>			N	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	mi	VDC	1	56	51	23	130	3.00	78	2	56	51	2	109	2.00	76	3	56	2	2	60	1.00	60	<b>MÁXIMO</b>						<b>78</b>																																					
N	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	mi	VDC																																																																				
1	56	51	23	130	3.00	78																																																																				
2	56	51	2	109	2.00	76																																																																				
3	56	2	2	60	1.00	60																																																																				
<b>MÁXIMO</b>						<b>78</b>																																																																				

Fuente: Autor

Cuadro 4. 22 Unidad de muestra U 80

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI				
		<b>NOBRE DE LA VÍA:</b> Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Manzana de Oro - Montalvo en el tramo K 0+000 al K 2+400 de la Provincia de Tungurahua.		<b>ESQUEMA:</b> 				
						<b>TRAMO:</b> Abscisa K 0+000 al K 2+400		
<b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1		<b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> U80		<b>ABSCISA INICIAL:</b> K 2+370				
<b>ÁREA DE LA MUESTRA:</b> 228 m <sup>2</sup>		<b>ABSCISA FINAL:</b> K 2+400						
TIPOS DE DAÑOS								
1.- Piel de cocodrilo (m <sup>2</sup> )	6.- Depresión (m <sup>2</sup> )	11.- Parcheo (m <sup>2</sup> )	16.- Desplazamiento (m <sup>2</sup> )					
2.- Exudación (m <sup>2</sup> )	7.- Fisura de borde (m)	12.- Pulimento de Agregados (m <sup>2</sup> )	17.- Grieta parabólica (m <sup>2</sup> )					
3.- Fisuras en bloque (m <sup>2</sup> )	8.- Fisura de reflexión de junta (m)	13.- Huecos (cantidad)	18.- Hinchamiento (m <sup>2</sup> )					
4.- Abultamientos y hundimientos (m)	9.- Desnivel carril / berma (m)	14.- Cruce de vía ferrea (m <sup>2</sup> )	19.- Desprendimiento de agregados (m <sup>2</sup> )					
5.- Corrugación (m <sup>2</sup> )	10.- Grietas long y transversales (m)	15.- Ahuellamiento						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1	M	3.30	6.20			9.50	4.17	6
13	B	1.00				1.00	0.44	10
1	B	8.61				8.61	3.78	22
							<b>Valor total de Deducción (VDT)</b>	NO APLICA
NÚMERO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (mi)								
HDVI=		22						
mi=		8.16						
PCI=		100-MVDC				PCI=		74
N	VALOR DEDUCIDO			TOTAL	mi	VDC		
1	22	10	6	38	3.00	22		
2	22	10	2	34	2.00	25		
3	22	2	2	26	1.00	26		
						<b>MÁXIMO</b>	<b>26</b>	

Fuente: Autor

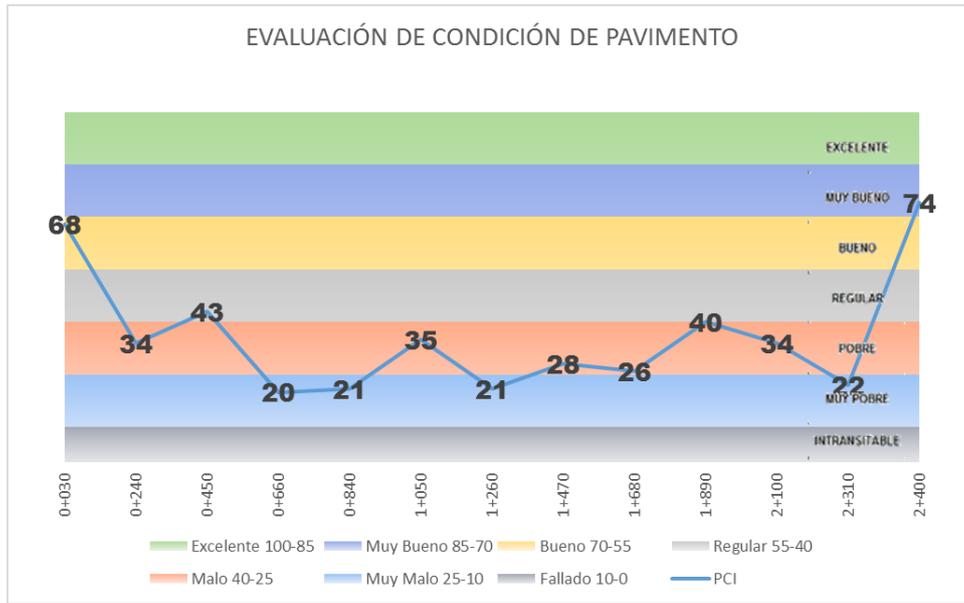
**Resumen de la evaluación superficial en la calzada de la vía Manzana de Oro – Montalvo.**

Cuadro 4. 23 Resumen evaluación superficial del tramo Manzana de Oro- Montalvo

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
<b>PROYECTO:</b> "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO K 0+000 AL K 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ELABORADO POR:</b> ANA NÚÑEZ					
<b>FECHA:</b> 11/10/2018					
PCI MUESTRAS VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO					
<b>TRAMO:</b> Abscisa k 0+000 al k 2+400					
<b>SECCIÓN DEL TRAMO:</b> 1					
ÁREA (m2)	UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI	CLASIFICACIÓN
228	1	0+000	0+030	68	BUENO
228	8	0+210	0+240	34	MALO
228	15	0+420	0+450	43	REGULAR
228	22	0+630	0+660	20	MUY MALO
228	29	0+810	0+840	21	MUY MALO
228	36	1+020	1+050	35	MALO
228	43	1+230	1+260	21	MUY MALO
228	50	1+440	1+470	28	MALO
228	57	1+650	1+680	26	MALO
228	64	1+860	1+890	40	MALO
228	71	2+070	2+100	34	MALO
228	78	2+280	2+310	22	MUY MALO
228	80	2+370	2+400	74	MUY BUENO
<b>Valor promedio PCI vía manzana de Oro - Montalvo</b>				<b>36</b>	<b>MALO</b>

Fuente: Autor

Imagen 4. 10 Evaluación de condición del pavimento Tramo Manzana de Oro - Montalvo



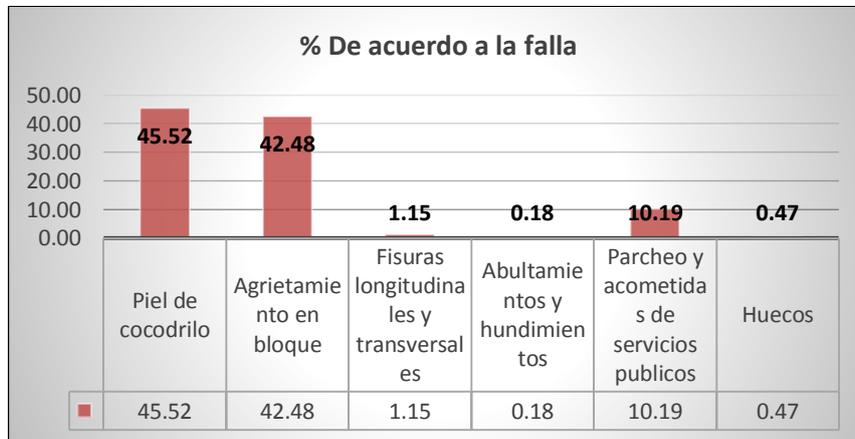
Fuente: Autor

Cuadro 4. 24 Porcentaje de afectación de acuerdo al tipo y categoría de falla de las Unidades analizadas del Tramo Manzana de Oro- Montalvo

Categoría de la Falla	Código de la falla	Nombre de la falla	Unidades	Nivel de severidad			Área afectada	% De acuerdo a la severidad			% De acuerdo a la falla	% De acuerdo a la
				L	M	H		L	M	H		
Fisuras	1	Piel de cocodrilo	m2	212.02	653.18		865.2	11.15	34.36	0.00	45.52	89.15
	3	Agrietamiento en bloque	m2	188.54	563.41	55.5	807.45	0.10	29.64	2.92	42.48	
	10	Fisuras longitudinales y transversales	ml	14.6	7.3		21.9	0.01	0.38	0.00	1.15	
Deformación de la superficie	4	Abultamientos y hundimientos	ml		3.5		3.5	0.00	0.18	0.00	0.18	0.18
Pérdida de la capa de rodadura	11	Parqueo y acometidas de servicios publicos	m2	8.58	185.16		193.74	0.00	9.74	0.00	10.19	10.67
	13	Huecos	u	5	3	1	9	0.00	0.16	0.05	0.47	

Fuente: Autor

Gráfico 4. 4 Porcentaje de afectación de acuerdo al tipo de falla de las unidades analizadas del Tramo Manzana de Oro - Montalvo

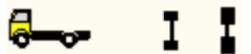
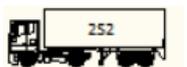


Fuente: Autor

### 4.2.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

Realizando una observación preliminar se determino que los tipos de vehículos que transitan por el tramo son:

Cuadro 4. 25 Categoría de vehículos de acuerdo al peso

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA	DESCRIPCIÓN	
Livianos			Automoviles, Jepp, Camionetas
Buses			
2D			Camión de dos (2) ejes pequeño
2DA			Camión de dos (2) ejes medianos
2DB			Camión de dos (2) ejes grandes
3-A			Camión de tres (3) ejes
V2DB			Volqueta de dos (2) ejes
4-O			Camión con Tándem direccional y posterior
2S3			Tracto camión de dos (2) ejes y semiremolque de tres (3) ejes
3S3			Tracto camión de tres (3) ejes y semiremolque de tres (3) ejes

Fuente: Autor

Los resultados alcanzados en el punto de estación de conteo se visualiza que el día de mayor afluencia vehicular se encuentra en el día jueves 20 de septiembre del 2018. El conteo vehicular de los 7 días lo encontramos en el anexo 2.1.

Cuadro 4. 26 Conteo del tráfico en hora pico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
<b>PROYECTO:</b>		"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"											
<b>ELABORADO POR:</b>		ANA NÚÑEZ ORTIZ					<b>FECHA:</b> 26/09/2018						
CALCULO TPDA HORA PICO													
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS											TOTAL	
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS										
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3			
12:45 - 13:00	130	7	3	3	1	0	1	0	0	0	0	0	145
13:00 - 13:15	147	9	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	160
13:15 - 13:30	141	8	4	1	1	0	0	0	0	0	0	1	156
13:30 - 13:45	149	8	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	163
<b>TOTAL</b>	<b>567</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>624</b>
			25										
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>163</b>											

Fuente: Autor

El tráfico en la hora pico se presenta entre las 12:45 y las 13:45 del día jueves 20 de septiembre del 2018, en donde resalta un mayor tráfico por parte de los vehículos livianos con 567 de ellos, los buses presentan 32 de ellos, mientras que tan solo existen 25 vehículos pesados, estos resultados reflejan que hay mucha afluencia de vehículos livianos ya que esta es una vía de acceso a cantones como Cevallos y Quero y además de que en aquel día se lleva a cabo una de las ferias concurrente en el catón Cevallos.

#### 4.2.3.2 Cálculo del factor hora pico

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q_{15\text{m}\acute{a}\text{x}}}$$

Donde:

Q= Total de vehículos en la hora pico.

Q<sub>15m</sub> = Vehículos de los 15 minutos más altos de la hora pico.

$$FHP = \frac{624}{4 * 163} = 0.957$$

Para el proyecto se consideró un valor de FHP = 1 para obtener un tránsito uniforme.

#### 4.2.3.3 Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Se calculó el TPDA mediante el método de la 30va hora de diseño que normalmente se encuentra entre el 12% y 18% del TPDA en el caso de las carreteras rurales de la cual se tomó un promedio de 15% de TPDA.

Vías Urbanas 8% - 12% (10%).

**Vías Rurales 12% - 18% (15%).**

El estudio se realizó con la hora pico determinada anteriormente.

$$\text{TPDA Actual} = \frac{\text{VHP} * \text{FHP}}{\text{K}}$$

Donde:

VHP= Volumen de vehiculos durante la hora pico.

FHP= Factor de hora pico.

K= Porcentaje de la 30va hora de diseño.

- **Vehículos Livianos**

$$\text{TPDA Actual} = \frac{567 * 1}{15\%}$$

$$\text{TPDA Actual} = 3780 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Buses**

$$\text{TPDA Actual} = \frac{32 * 1}{15\%} =$$

$$\text{TPDA Actual} = 213 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Pesados**

Tipo de veh\u00edculos 2D: Cami\u00f3n peque\u00f1o de 2 ejes simples

$$\text{TPDA Actual} = \frac{11 * 1}{15\%}$$

$$\text{TPDA Actual} = 73 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tipo de veh\u00edculos 2DA: Cami\u00f3n mediano de 2 ejes simples

$$\text{TPDA Actual} = \frac{6 * 1}{15\%}$$

$$\text{TPDA Actual} = 40 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tipo de veh\u00edculos 2DB: Cami\u00f3n grande de 2 ejes simples

$$\text{TPDA Actual} = \frac{3 * 1}{15\%}$$

$$\text{TPDA Actual} = 20 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tipo de veh\u00edculos 3-A: Cami\u00f3n grande de 3 ejes dobles

$$\text{TPDA Actual} = \frac{2 * 1}{15\%}$$

$$\text{TPDA Actual} = 13 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tipo de veh\u00edculos V2DB: Volqueta de 2 ejes

$$\text{TPDA Actual} = \frac{2 * 1}{15\%}$$

$$\text{TPDA Actual} = 13 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tipo de veh\u00edculos 3S3: Tracto cami\u00f3n de 3 ejes y semiremolque de 3 ejes.

$$\text{TPDA Actual} = \frac{1 * 1}{15\%}$$

$$\text{TPDA Actual} = 7 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

### **C\u00e1lculo del tr\u00e1fico generado (TGe)**

$$\text{TGe} = 20\% * \text{TPDA Actual}$$

- TGe de veh\u00edculos livianos

$$\text{TGe} = 20\% * 3780 = 756 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Se aplica la f\u00f3rmula (TGe), de igual manera para el c\u00e1lculo en buses y pesados.

### **C\u00e1lculo del tr\u00e1fico atra\u00eddo (TAt)**

$$\text{TAt} = 10\% * \text{TPDA Actual}$$

- TAt de veh\u00edculos livianos

$$\text{TAt} = 10\% * 3780 = 378 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Se aplica la f\u00f3rmula (TAt), de igual manera para el c\u00e1lculo en buses y pesados.

### **C\u00e1lculo del tr\u00e1fico desarrollado (TD)**

$$\text{TD} = 5\% * \text{TPDA Actual}$$

- TD de vehículos livianos

$$TD = 5\% * 3780 = 189 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Se aplica la f\u00f3rmula (TD), de igual manera para el c\u00e1lculo en buses y pesados.

Cuadro 4. 27 Resumen del TPDA

UNIVERSIDAD T\u00c9CNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIER\u00cdA CIVIL Y MEC\u00c1NICA											
<b>PROYECTO:</b>		"IMPLEMENTACI\u00d3N DEL PROCESO DE CONSERVACI\u00d3N DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA V\u00cdA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO K 0+000 AL K 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"									
<b>ELABORADO POR:</b>		ANA N\u00da\u00d1EZ ORTIZ				<b>FECHA:</b> 26/09/2018					
RESUMEN TPDA											
	TIPO DE VEH\u00cdCULOS										TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS								
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3	
CONTEO HORA	567	32	11	6	3	2	2	0	0	1	624
TPDA ACTUAL	3780	213	73	40	20	13	13	0	0	7	4159
TPDA ATRA\u00cdDO	378	21	7	4	2	1	1	0	0	1	415
<b>TOTAL</b>	<b>4158</b>	<b>234</b>	<b>80</b>	<b>44</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4574</b>

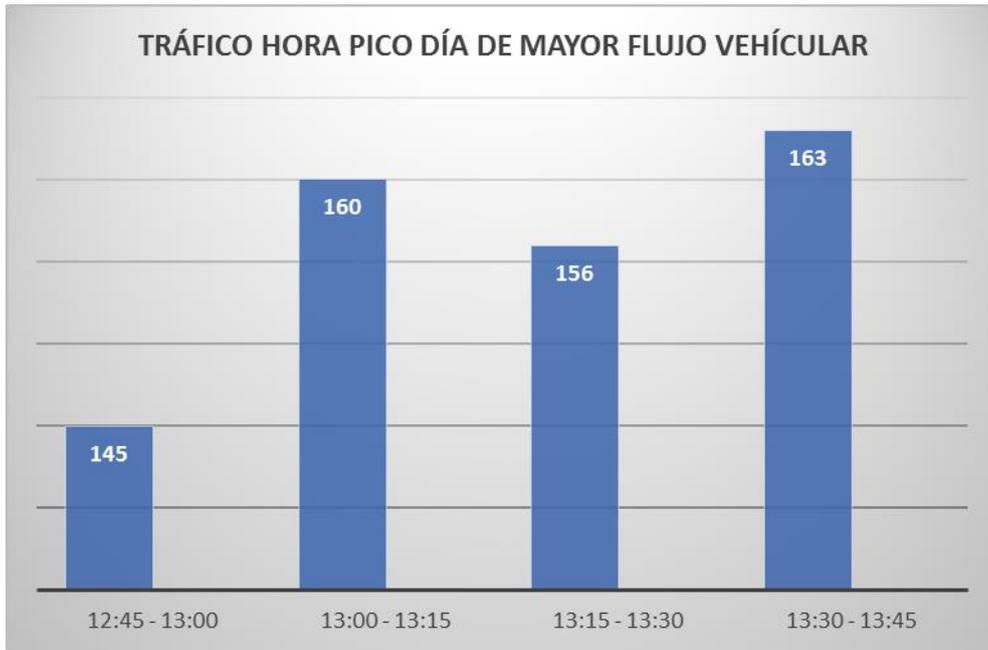
Fuente: Autor

Gr\u00e1fico 4. 5 Tr\u00e1fico diario tramo Manzana de Oro - Montalvo km 0+000 al km 2+400



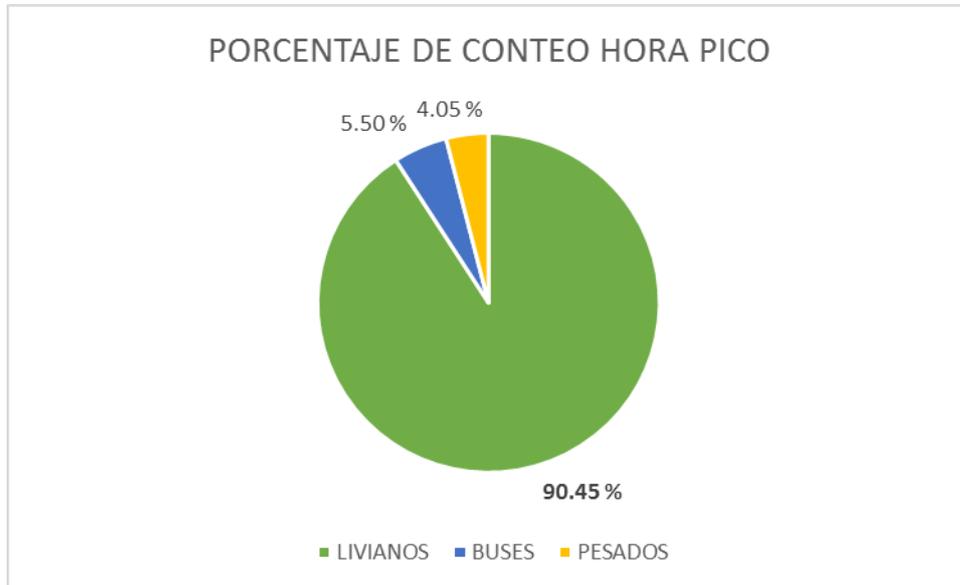
Fuente: Autor

Gráfico 4. 6 Tráfico hora pico día de mayor flujo vehicular



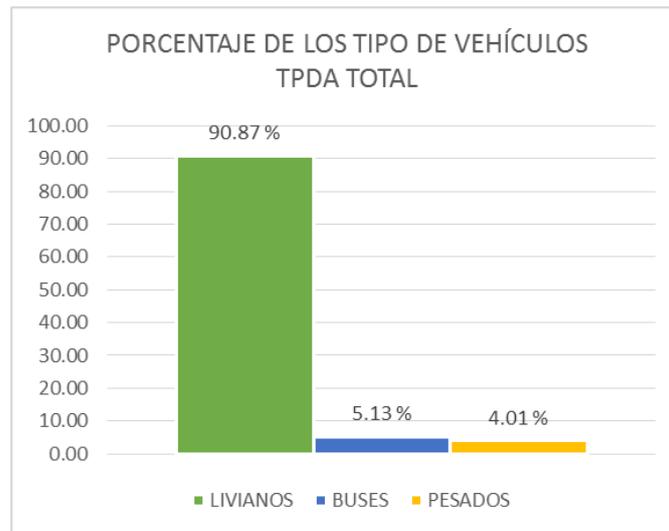
Fuente: Autor

Gráfico 4. 7 Porcentaje de conteo hora pico



Fuente: Autor

Gráfico 4. 8 Porcentaje de los tipos de vehículos del TPDA TOTAL



Fuente: Autor

#### 4.2.3.4 Tráfico futuro o proyectado

El tráfico proyectado que circulará por las vías en estudio se lo realizó para un período de diseño de 20 años. Aplicando la siguiente fórmula:

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

Donde:

T<sub>f</sub>= Tráfico futuro

T<sub>t</sub>= Tráfico total

i= Tasa de crecimiento

n= Número de años de proyección

- **Tráfico futuro Vehículos Livianos**

$$T_{fL} = T_t \text{ Livianos} * (1 + i)^n$$

$$T_{fL} = 4158 * (1 + 3.97)^0$$

$$T_{fL} = 4158 \text{ vehículos/día}$$

- **Tráfico futuro Buses**

$$T_{fB} = T_t \text{ Buses} * (1 + i)^n$$

$$T_{fB} = 234 * (1 + 1.97)^0$$

$$T_{fB} = 234 \text{ vehículos/día}$$

○ **Tráfico futuro Vehículos Pesados**

$$Tf2D = Tt 2D * (1 + i)^n$$

$$Tf2D = 80 * (1 + 1.94)^0$$

$$Tf2D = 80 \text{ vehículos/día}$$

$$Tf2DA = Tt 2DA * (1 + i)^n$$

$$Tf2DA = 44 * (1 + 1.94)^0$$

$$Tf2DA = 54 \text{ vehículos/día}$$

$$Tf2DB = Tt 2DB * (1 + i)^n$$

$$Tf2DB = 22 * (1 + 1.94)^0$$

$$Tf2DB = 22 \text{ vehículos/día}$$

$$Tf 3 - A = Tt 3 - A * (1 + i)^n$$

$$Tf 3 - A = 14 * (1 + 1.94)^0$$

$$Tf 3 - A = 14 \text{ vehículos/día}$$

$$Tf V2DB = Tt V2DB * (1 + i)^n$$

$$Tf V2DB = 14 * (1 + 1.94)^0$$

$$Tf V2DB = 14 \text{ vehículos/día}$$

$$Tf 3S3 = Tt 3S3 - A * (1 + i)^n$$

$$Tf 3S3 = 8 * (1 + 1.94)^0$$

$$Tf 3S3 = 8 \text{ vehículos/día}$$

#### **4.2.3.5 Calculo de ejes equivalentes**

Para el calculo de los ejes equivalentes (EE), se toma en cuenta el criterio simplificado de la metodología AASHTO

Cuadro 4. 28 Ejes equivalentes

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EE)
Eje simple de ruedas simples	$EE_{S1}=(P/6.6)^4$
Eje simple de ruedas dobles	$EE_{S2}=(P/8.2)^4$
Eje tándem de ruedas dobles	$EE_{TA}=(P/15)^4$
Eje tridem de ruedas dobles	$EE_{TR}=(P/23)^4$

Fuente: Autor

Donde:

P= Peso real por eje en toneladas

Aplicando las fórmulas de factores de equivalencia de carga señaladas anteriormente obtenemos los siguientes factores de daño:

Cuadro 4. 29 Factores de daño

FACTORES DE DAÑO SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	tons	$(P/6.6)^4$	tons	$(P/8.2)^4$	tons	$(P/15)^4$	tons	$(P/23)^4$	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
2D	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
2DA	6	0.68	11	3.24					3.92
2DB	6	0.68	11	3.24					3.92
3A	6	0.68			18	2.07			2.75
V2DB	6	0.68	11	3.24					3.92
4-O	6	0.68			18	2.07			2.75
T3	6	0.68			18	2.07			2.75
3S2	6	0.68			18 x 2	4.14			4.82
3S3	6	0.68			18	2.07	25	1.4	4.15

Fuente: Autor

Para el cálculo de  $W_{18}$  aplicamos la siguiente ecuación:

$$W_{18} = (W_{deBuses} * FD_{Buses} + C_{2D} * FD_{2D} + C_{2DA} * FD_{2DA} + C_{2DB} * FD_{2DB} + C_{3A} * FD_{3A} + C_{V2DV} * FD_{V2DV} + C_{40} * FD_{40} + C_{2S3} * FD_{2S3} + C_{3S3} * FD_{3S3}) * 365$$

$$W_{18} = (234 * 1.04 + 80 * 1.29 + 44 * 3.92 + 22 * 3.94 + 14 * 2.75 + 0 * 3.92 + 0 * 2.75 + 0 * 2.75 + 8 * 4.15) * 365$$

$$W_{18} = 267129$$

Cuadro 4. 30 Calculo del tráfico futuro

n	AÑO	% DE CRECIMIENTO			TIPO DE VEHÍCULOS										TRÁFICO FUTURO
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS								
							2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3	
0	2018	3.97	1.97	1.94	4158	234	80	44	22	14	14	0	0	8	4574
1	2019	3.97	1.97	1.94	4323	239	82	45	22	14	14	0	0	8	4747
2	2020	3.97	1.97	1.94	4495	243	83	46	23	15	15	0	0	8	4928
3	2021	3.57	1.78	1.74	4619	247	84	46	23	15	15	0	0	8	5057
4	2022	3.57	1.78	1.74	4784	251	86	47	24	15	15	0	0	9	5231
5	2023	3.57	1.78	1.74	4955	256	87	48	24	15	15	0	0	9	5409
6	2024	3.57	1.78	1.74	5132	260	89	49	24	16	16	0	0	9	5595
7	2025	3.57	1.78	1.74	5315	265	90	50	25	16	16	0	0	9	5786
8	2026	3.25	1.62	1.58	5370	266	91	50	25	16	16	0	0	9	5843
9	2027	3.25	1.62	1.58	5545	270	92	51	25	16	16	0	0	9	6024
10	2028	3.25	1.62	1.58	5725	275	94	51	26	16	16	0	0	9	6212
11	2029	3.25	1.62	1.58	5911	279	95	52	26	17	17	0	0	10	6407
12	2030	3.25	1.62	1.58	6103	284	97	53	27	17	17	0	0	10	6608
13	2031	3.25	1.62	1.58	6302	288	98	54	27	17	17	0	0	10	6813
14	2032	3.25	1.62	1.58	6506	293	100	55	27	17	17	0	0	10	7025
15	2033	3.25	1.62	1.58	6718	298	101	56	28	18	18	0	0	10	7247
16	2034	3.25	1.62	1.58	6936	303	103	57	28	18	18	0	0	10	7473
17	2035	3.25	1.62	1.58	7162	308	104	57	29	18	18	0	0	10	7706
18	2036	3.25	1.62	1.58	7394	312	106	58	29	19	19	0	0	11	7948
19	2037	3.25	1.62	1.58	7635	318	108	59	30	19	19	0	0	11	8199
20	2038	3.25	1.62	1.58	7883	323	109	60	30	19	19	0	0	11	8454

Fuente: AutoreS

De acuerdo al TPDA proyectado obtuvimos un valor de 8454 vehículos y esto corresponde a una clase de carretera RI según la Norma de Diseño Geométrico de Vías MOP.

Cuadro 4. 31 Calculo del numero de ejes equivalentes W18

n	AÑO	% DE CRECIMIENTO			TIPO DE VEHÍCULOS											TRÁFICO FUTURO	W 18 PARCIAL	W ACUMULADO	W CARRIL DISEÑO	
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS													
							2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3						
0	2018	3.97	1.97	1.94	4158	234	80	44	22	14	14	0	0	8	4574	267129	267129	133564		
1	2019	3.97	1.97	1.94	4323	239	82	45	22	14	14	0	0	8	4747	271399	538528	269264		
2	2020	3.97	1.97	1.94	4495	243	83	46	23	15	15	0	0	8	4928	278685	817213	408607		
3	2021	3.57	1.78	1.74	4619	247	84	46	23	15	15	0	0	8	5057	280674	1097887	548944		
4	2022	3.57	1.78	1.74	4784	251	86	47	24	15	15	0	0	9	5231	287511	1385398	692699		
5	2023	3.57	1.78	1.74	4955	256	87	48	24	15	15	0	0	9	5409	291310	1676708	838354		
6	2024	3.57	1.78	1.74	5132	260	89	49	24	16	16	0	0	9	5595	297636	1974343	987172		
7	2025	3.57	1.78	1.74	5315	265	90	50	25	16	16	0	0	9	5786	302866	2277209	1138605		
8	2026	3.25	1.62	1.58	5370	266	91	50	25	16	16	0	0	9	5843	303717	2580926	1290463		
9	2027	3.25	1.62	1.58	5545	270	92	51	25	16	16	0	0	9	6024	307137	2888063	1444031		
10	2028	3.25	1.62	1.58	5725	275	94	51	26	16	16	0	0	9	6212	311407	3199470	1599735		
11	2029	3.25	1.62	1.58	5911	279	95	52	26	17	17	0	0	10	6407	318776	3518246	1759123		
12	2030	3.25	1.62	1.58	6103	284	97	53	27	17	17	0	0	10	6608	324478	3842724	1921362		
13	2031	3.25	1.62	1.58	6302	288	98	54	27	17	17	0	0	10	6813	327898	4170621	2085311		
14	2032	3.25	1.62	1.58	6506	293	100	55	27	17	17	0	0	10	7025	332168	4502790	2251395		
15	2033	3.25	1.62	1.58	6718	298	101	56	28	18	18	0	0	10	7247	339833	4842623	2421311		
16	2034	3.25	1.62	1.58	6936	303	103	57	28	18	18	0	0	10	7473	344104	5186727	2593363		
17	2035	3.25	1.62	1.58	7162	308	104	57	29	18	18	0	0	10	7706	347903	5534630	2767315		
18	2036	3.25	1.62	1.58	7394	312	106	58	29	19	19	0	0	11	7948	355744	5890374	2945187		
19	2037	3.25	1.62	1.58	7635	318	108	59	30	19	19	0	0	11	8199	361825	6252198	3126099		
20	2038	3.25	1.62	1.58	7883	323	109	60	30	19	19	0	0	11	8454	365624	6617822	3308911		

Fuente: Autor

## **4.2.4 EVALUACIÓN DEFLECTOMETRÍA DE PAVIMENTO CON LA VIGA BENKELMAN**

### **4.2.4.1 Medición de Deflexiones con la Viga Benkelman**

Para la medición con la Viga Benkelman, se delimitó la vía, marcando el carril mediante una línea transversal en su lado derecho cada 200 m sobre la vía. El detalle de las abscisas del ensayo se encuentra en el anexo 2.5.3.

Debe mencionarse que el primer ensayo se realizó en el lado izquierdo, el segundo ensayo en el lado derecho y así se fue alternando.

Para la evaluación de esta vía, se requirió lo siguiente:

- Una viga Benkelman
- Un camión cuyo eje trasero simple con una carga de 8.2 Ton, igualmente distribuidos en sus dos ruedas duales, la presión de inflado de llantas de 80 libras por pulgada cuadrada, que está dentro del rango de 75 a 85 psi.
- Balanza para pesaje de camión.
- Medidor de presión de llanta.
- Un termómetro de 0 a 100 °C con divisiones cada grado.
- Una brocha, un combo para ejecutar orificios en el pavimento de profundidad 5 cm y 3 cm de diámetro.
- Cinta métrica
- Elementos de protección y señalización de tránsito.
- Agua

#### **1. Posicionamiento en el borde del pavimento y colocación en el eje del neumático.**

El punto del pavimento ensayado, se marcó convenientemente con una línea transversal al camino. Sobre dicha línea está el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde.

Se hizo la medición se lo realizo en un solo lado del carril marcando los 200 m al costado derecho hasta llegar a la abscisa k 2+400 de la vía.

La vía posee dos carriles cada uno de un ancho aproximado de 3.8 m.

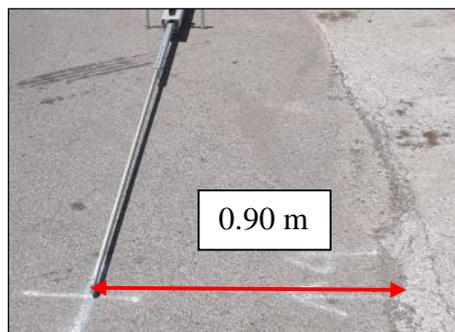
Se utilizó las distancias del pavimento por el MTC, indicadas en la siguiente tabla:

Cuadro 4. 32 Distancia al borde del pavimento según el ancho del carril

<b>ANCHO DE CARRIL</b>	<b>DISTANCIA DEL PUNTO DE ENSAYO DESDE EL BORDE DEL PAVIMENTO</b>
2.70 m	0.45 m
3.00 m	0.65 m
3.30 m	0.75 m
3.60 m o más	0.90 m

Fuente: Tesis Harol Meza

Imagen 4. 11 Distancia al borde del pavimento según el ancho de carril



Fuente: Autor

Se coloca la viga Benkelman sobre el pavimento, detrás del camión, perpendicularmente al eje de carga, de modo que la punta de prueba del brazo móvil coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las cubiertas de las llantas de la rueda dual.

Imagen 4. 12 Posicionamiento de la viga al eje de las ruedas de la volqueta



Fuente: Autor

## 2. Toma de temperatura

Hacer un hueco de profundidad de 5 cm y 3 cm de diámetro en el eje 0+000 debemos llenar con agua al ambiente (no helada) y dejar aproximadamente de 5 a 10 min, pasado ese tiempo colocar el termómetro y dejar un minuto y tomar la lectura. Debemos realizar esto antes de colocar la volqueta en el sitio esto nos sirve para tomar la temperatura del pavimento.

Imagen 4. 13 Medición de temperatura del pavimento



Fuente: Autor

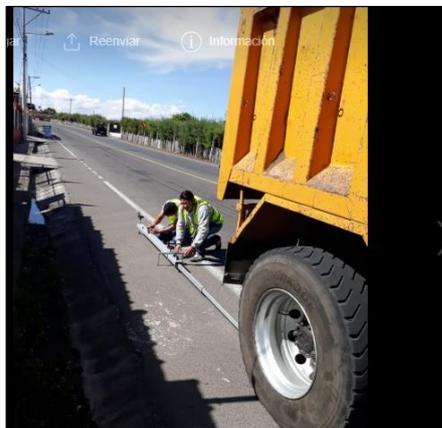
## 3. Lectura de diales

Una vez colocado la volqueta en el punto cero procedemos a encerar y nivelar la viga Benkelman para iniciar el ensayo.

Como norma se realiza marca adicional a una distancia de 25 cm para la deflexión que servirá para el cálculo del radio de curvatura.

Seguidamente se realiza a los 50 cm, 1.00 m, 5.0 m, 8.0 m

Imagen 4. 14 Colocación de la viga en la marca de inicio



Fuente: Autor

Establecida la lectura inicial en cero, se hace avanzar suave y lentamente el camión procediéndose a tomar las lecturas conforme vaya coincidiendo con la primera, segunda y demás marcas adicionales.

Imagen 4. 15 Toma de lecturas



Fuente: Autor

La operación es repetitiva hasta alcanzar el tramo en Estudio alternando el carril, en este caso se realizó 13 veces el ensayo en el tramo k 0+000 al k 2+400.

#### **4.2.4.2 Cálculo del ensayo de Viga Benkelman**

##### **4.2.4.2.1 Cálculo de Deflexiones**

La deflexión bajo el eje de la carga (D'), se calcula mediante la expresión:

$$D_0 = 2 * (D'800Final - D'0)$$

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

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

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

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

$$D^{800} = 2 * (D'800Final - D'800 Final)$$

Donde

D'0, D'25, D'50, D'100, D'500, D'800, son las lecturas tomadas en el ensayo de la Viga Benkelman.

$$D_0 = 2 * (51 - 0) = 102 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{25} = 2 * (51 - 15) = 72 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{50} = 2 * (51 - 31) = 40 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{100} = 2 * (51 - 41) = 20 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{500} = 2 * (51 - 51) = 0 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_{800} = 2 * (51 - 51) = 0 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Cuadro 4. 33 Calculo de deflexiones, km 0+000 al km 2+400

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 															
<b>PROYECTO:</b>															
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"															
<b>TRAMO:</b>				km 0+000 al km 2+400				<b>CARGA:</b>		8.2 Ton					
								<b>PRESIÓN LLANTAS</b>		80 Psi					
<b>ELABORADO POR:</b>				ANA NÚÑEZ ORTIZ				<b>FECHA:</b>		24/10/2018					
<b>EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO - MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CON LA VIGA BENKELMAN</b>															
N°	ABSCISA	TEMP °C	ESPESOR cm	D'0	LECTURA DEL DEFLECTOMETRO X10-2 mm					DEFLEXIONES X10-2 mm					
					D'25	D'50	D'100	D'500	D'800 FINAL	D0	D25	D50	D100	D500	D800 FINAL
1	0+000	33	12.5	0	15	31	41	51	51	102	72	40	20	0	0
2	0+200	33	12.5	0	14	24	30	33	33	66	38	18	6	0	0
3	0+400	33	12.5	0	25	30	35	43	43	86	36	26	16	0	0
4	0+600	34	12.5	0	18	29	32	37	37	74	38	16	10	0	0
5	0+800	34	12.5	0	16	26	31	34	34	68	36	16	6	0	0
6	1+000	34	12.5	0	19	34	40	45	45	90	52	22	10	0	0
7	1+200	34	12.5	0	21	36	43	48	48	96	54	24	10	0	0
8	1+400	34	12.5	0	20	28	35	41	41	82	42	26	12	0	0
9	1+600	34	12.5	0	21	37	45	48	48	96	54	22	6	0	0
10	1+800	35	12.5	0	18	28	34	42	42	84	48	28	16	0	0
11	2+000	35	12.5	0	11	18	29	40	40	80	58	44	22	0	0
12	2+200	35	12.5	0	18	33	38	42	42	84	48	18	8	0	0
13	2+400	35	12.5	0	16	28	33	38	38	76	44	20	10	0	0

Fuente: Autor

#### 4.2.4.2.2 Corrección por temperatura

$$D_{20} = \frac{Dt}{K * (T - 20^{\circ}\text{C}) * e + 1}$$

Donde:

$D_{20}$ = Deflexión recuperable a la temperatura estándar 20°C.

$D_t$ = Deflexión en centésimas de milímetro a la temperatura  $t$ .

$K$ = Coeficiente igual a  $1 \times 10^{-3}$  (1/cm $\times$ °C).

$T$ = Temperatura del asfalto medida para cada

En la abscisa km 0+000 – km 2+400, se calcula de la siguiente manera:

$$D_{20} = \frac{102}{(0.001 * (33 - 20^{\circ}\text{C}) * 12.5) + 1} = 87.74 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Cuadro 4. 34 Tabla de Cálculo de Deflexiones Corregidas por temperatura Km 0+000 – km 2+400

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 													
<b>PROYECTO:</b>		"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"											
<b>TRAMO:</b>		km 0+000 al km 2+400				<b>CARGA:</b>		8.2 Ton					
						<b>PRESIÓN LLANTAS</b>		80 Psi					
<b>ELABORADO POR:</b>		ANA NÚÑEZ ORTIZ				<b>FECHA:</b>		24/10/2018					
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO - MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA													
N°	ABSCISA	DEFLEXIONES X10-2 mm						DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA X10-2 mm					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800 FINAL	D0	D25	D50	D100	D500	D800 FINAL
1	0+000	102	72	40	20	0	0	87.74	61.94	34.41	17.20	0.00	0.00
2	0+200	66	38	18	6	0	0	56.77	32.69	15.48	5.16	0.00	0.00
3	0+400	86	36	26	16	0	0	73.98	30.97	22.37	13.76	0.00	0.00
4	0+600	74	38	16	10	0	0	62.98	32.34	13.62	8.51	0.00	0.00
5	0+800	68	36	16	6	0	0	57.87	30.64	13.62	5.11	0.00	0.00
6	1+000	90	52	22	10	0	0	76.60	44.26	18.72	8.51	0.00	0.00
7	1+200	96	54	24	10	0	0	81.70	45.96	20.43	8.51	0.00	0.00
8	1+400	82	42	26	12	0	0	69.79	35.74	22.13	10.21	0.00	0.00
9	1+600	96	54	22	6	0	0	81.70	45.96	18.72	5.11	0.00	0.00
10	1+800	84	48	28	16	0	0	70.74	40.42	23.58	13.47	0.00	0.00
11	2+000	80	58	44	22	0	0	67.37	48.84	37.05	18.53	0.00	0.00
12	2+200	84	48	18	8	0	0	70.74	40.42	15.16	6.74	0.00	0.00
13	2+400	76	44	20	10	0	0	64.00	37.05	16.84	8.42	0.00	0.00

Fuente: Autor

#### 4.2.4.2.3 Corrección por estacionalidad

La capacidad de deformación de los suelos está influenciada por el grado de saturación que experimentan, por lo tanto es deseable que la medición de deflexiones se realice durante la estación de lluvias, durante la cual los suelos se encuentran en la situación más crítica. De no ser así se debe efectuar la corrección de las medidas a fin de tomar en cuenta dicho aspecto.

Cuadro 4. 35 Tipo de suelo y estación

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 Harol Meza, 2017

En nuestro caso asumimos el valor de 1.2

$$De = f * D_{20}$$

Donde:

De = Corrección por estacionalidad

$f$  = Factor estacional

$D_{20}$  = Deflexión corregida por temperatura

$$De = 1.2 * 87.74 = 105.29 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Cuadro 4. 36 Tabla de cálculo de deflexiones corregidas por estacionalidad km 0+000 – km 2+400

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 													
<b>PROYECTO:</b>		"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"											
<b>TRAMO:</b>		km 0+000 al km 2+400				<b>CARGA:</b>		8.2 Ton					
<b>ELABORADO POR:</b>		ANA NÚÑEZ ORTIZ				<b>PRESIÓN LLANTAS</b>		80 Psi					
<b>ELABORADO POR:</b>		ANA NÚÑEZ ORTIZ				<b>FECHA:</b>		24/10/2018					
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO - MEDICIÓN DE DEFLEXIONES CORREGIDAS ESTACIONAL													
N°	ABSCISA	DEFLEXIONES CORREGIDAS POR TEMPERATURA X10-2 mm						DEFLEXIONES CORREGIDAS ESTACIONALIDAD X10-2 mm					
		D0	D25	D50	D100	D500	D800 FINAL	D0	D25	D50	D100	D500	D800 FINAL
1	0+000	87.74	61.94	34.41	17.20	0.00	0.00	105.29	74.32	41.29	20.65	0.00	0.00
2	0+200	56.77	32.69	15.48	5.16	0.00	0.00	68.13	39.23	18.58	6.19	0.00	0.00
3	0+400	73.98	30.97	22.37	13.76	0.00	0.00	88.77	37.16	26.84	16.52	0.00	0.00
4	0+600	62.98	32.34	13.62	8.51	0.00	0.00	75.57	38.81	16.34	10.21	0.00	0.00
5	0+800	57.87	30.64	13.62	5.11	0.00	0.00	69.45	36.77	16.34	6.13	0.00	0.00
6	1+000	76.60	44.26	18.72	8.51	0.00	0.00	91.91	53.11	22.47	10.21	0.00	0.00
7	1+200	81.70	45.96	20.43	8.51	0.00	0.00	98.04	55.15	24.15	10.21	0.00	0.00
8	1+400	69.79	35.74	22.13	10.21	0.00	0.00	83.74	42.89	26.55	12.26	0.00	0.00
9	1+600	81.70	45.96	18.72	5.11	0.00	0.00	98.04	55.15	22.47	6.13	0.00	0.00
10	1+800	70.74	40.42	23.58	13.47	0.00	0.00	84.88	48.51	28.29	16.17	0.00	0.00
11	2+000	67.37	48.84	37.05	18.53	0.00	0.00	80.84	58.61	44.46	22.23	0.00	0.00
12	2+200	70.74	40.42	15.16	6.74	0.00	0.00	84.88	48.51	18.19	8.08	0.00	0.00
13	2+400	64.00	37.05	16.84	8.42	0.00	0.00	76.80	44.46	20.21	10.11	0.00	0.00

Fuente: Autor

#### 4.2.4.2.4 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 está definido por la siguiente relación:

$$R_c = \frac{10 * (25)^2}{2 * (D_0 - D_{25})}$$

Donde:

$R_c$  = Radio de curvatura en metros

$D_0$  = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de milímetros.

$D_{25}$  = Deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de Milímetros, A 25 del eje de carga.

$$R_c = \frac{10 * (25)^2}{2 * (105.29 - 74.32)}$$
$$R_c = 100.91$$

#### 4.2.4.2.5 Deflexión Característica

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

Donde:

$D_c$  = Deflexión característica

$\bar{D}$  = Deflexión promedio de los valores  $D_0$

$\sigma$  = Desviación estándar

$t$  = Coeficiente que representa el porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica  $D_c$ .

Considerando que cada deflexión media representa una cierta extensión o área de pavimento, cada valor de “ $t$ ” corresponderá a un porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la característica  $D_c$  correspondiente. En el Cuadro 2.6 mencionada anteriormente tomamos el valor de  $t=1.645$ .

$$D_c = 85.11 + 1.645 * 11.24$$

$$D_c = 103.59 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

#### 4.2.4.2.6 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 período considerado. La expresión analítica que define este parámetro es:

$$D_a = \left(\frac{1.15}{W_{18}}\right)^{1/4}$$

Donde:

$D_a$  = Deflexión característica admisible (inicial) en mm.

$W_{18}$  = Número de ejes estándar equivalentes de 8.2 ton acumulados en millones.

$W_{18}$  acumulado = 267129 (ver en el Cuadro 4.31)

$W_{18} = 267129/1000000 = 0.2671$

$$D_a = \left(\frac{1.15}{0.2671}\right)^{1/4}$$

$$D_a = 144.04 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

#### 4.2.4.2.7 Deflexión crítica

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{N_{18}}\right)^{1/5.3}$$

Donde:

$D_{cr}$  = Deflexión Admisible Crítica (mm)

$N_{18}$  = Número de ejes estándar equivalentes de 8.2 ton acumulados en millones.

$W_{18}$  acumulado = 369198

$N_{18} = 369198/1000000 = 0.3692$

$$D_{cr} = \left(\frac{1.90}{0.2671}\right)^{1/5.3}$$

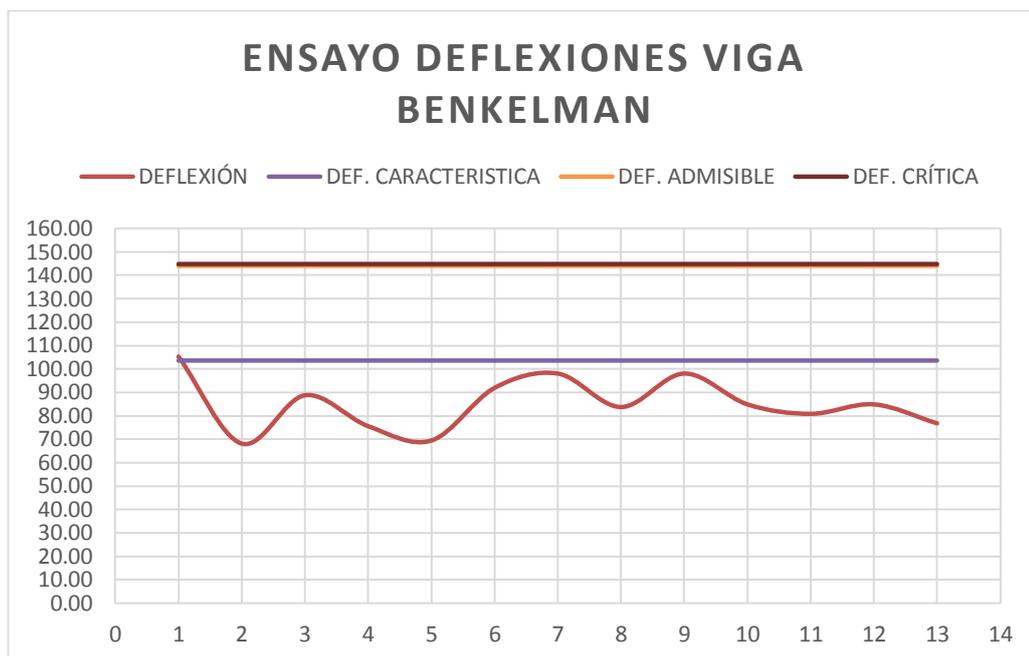
$$D_{cr} = 144.80 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Cuadro 4. 37 Deflexiones corregidas, radio de curvatura, deflexión característica, admisible y crítica

N°	ABSCISA	DEFLEXIONES CORREGIDAS ESTACIONALIDAD X10-2 mm						RADIO DE CURVATURA	CARACTERÍSTICA	ADMISIBLE	CRÍTICA	
		D0	D25	D50	D100	D500	D800 FINAL					
1	0+000	105.29	74.32	41.29	20.65	0.00	0.00	1	100.91	103.59	144.04	144.80
2	0+200	68.13	39.23	18.58	6.19	0.00	0.00	2	108.12	103.59	144.04	144.80
3	0+400	88.77	37.16	26.84	16.52	0.00	0.00	3	60.55	103.59	144.04	144.80
4	0+600	75.57	38.81	16.34	10.21	0.00	0.00	4	85.00	103.59	144.04	144.80
5	0+800	69.45	36.77	16.34	6.13	0.00	0.00	5	95.62	103.59	144.04	144.80
6	1+000	91.91	53.11	22.47	10.21	0.00	0.00	6	80.52	103.59	144.04	144.80
7	1+200	98.04	55.15	24.51	10.21	0.00	0.00	7	72.85	103.59	144.04	144.80
8	1+400	83.74	42.89	26.55	12.26	0.00	0.00	8	76.50	103.59	144.04	144.80
9	1+600	98.04	55.15	22.47	6.13	0.00	0.00	9	72.85	103.59	144.04	144.80
10	1+800	84.88	48.51	28.29	16.17	0.00	0.00	10	85.90	103.59	144.04	144.80
11	2+000	80.84	58.61	44.46	22.23	0.00	0.00	11	140.57	103.59	144.04	144.80
12	2+200	84.88	48.51	18.19	8.08	0.00	0.00	12	85.90	103.59	144.04	144.80
13	2+400	76.80	44.46	20.21	10.11	0.00	0.00	13	96.64	103.59	144.04	144.80

Fuente: Autor

Imagen 4. 16 Ensayo deflexiones Viga Benkelman del Tramo Manzana de Oro - Montalvo k 0+000 al k 2+400



Fuente: Autor

Cuadro 4. 38 Evaluación del pavimento considerando deflexiones y radio de curvatura

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO CONSIDERANDO DEFLEXIONES Y RADIO DE CURVATURA								
SECCIÓN 1 (ÚNICA)								
N.	ABSCISA	DEFLEXIONES (x10 <sup>-2</sup> mm)	RADIO DE CURVATURA (m)	DEFLEXIÓN ADMISIBLE	RADIO MÍNIMO	TIPO DE DEFLEXIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO
1	0+000	105.29	100.91	144.04	100	TIPO III	BUENO	BUENO
2	0+200	68.13	108.12	144.04	100	TIPO III	BUENO	BUENO
3	0+400	88.77	60.55	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
4	0+600	75.57	85.00	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
5	0+800	69.45	95.62	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
6	1+000	91.91	80.52	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
7	1+200	98.04	72.85	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
8	1+400	83.74	76.50	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
9	1+600	98.04	72.85	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
10	1+800	84.88	85.90	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
11	2+000	80.84	140.57	144.04	100	TIPO III	BUENO	BUENO
12	2+200	84.88	85.90	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO
13	2+400	76.80	96.64	144.04	100	TIPO I	BUENO	MALO

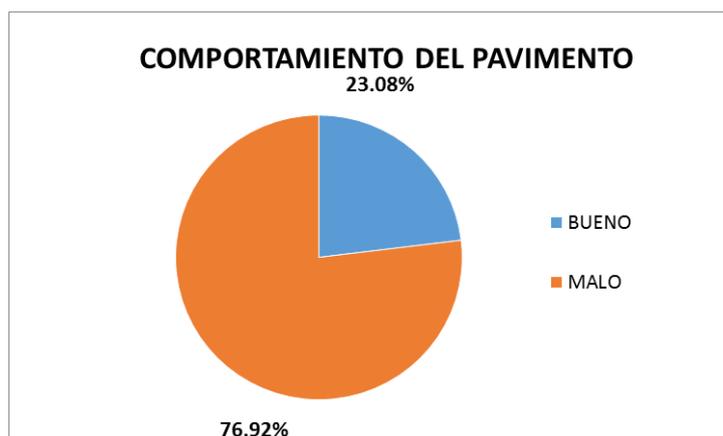
Fuente: Autor

Gráfico 4. 9 Comportamiento de la Sub-rasante del Tramo Manzana de Oro – Montalvo k 0+000 al k 2+400



Fuente: Autor

Gráfico 4. 10 Comportamiento del pavimento del Tramo Manzana de Oro - Montalvo k 0+000 al k 2+400



Fuente: Autor

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 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.)

### 4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Con los resultados obtenidos se pudo conocer que al momento la vía se encuentra deteriorada y no cuenta con las condiciones adecuadas de transitabilidad y movilidad por lo tanto se recomienda el proceso de reforzamiento de la estructura del pavimento de la Vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 provincia de Tungurahua.

### 4.4. PLAN DE MANTENIMIENTO VIAL

#### 4.4.1 Objetivo

Proponer un proceso de reforzamiento de la estructura del pavimento vial en función a las propiedades estructurales del pavimento de la vía: Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 de la provincia de Tungurahua.

#### 4.4.2 Ubicación y Generalidades

##### 4.4.2.1 Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Tungurahua, la vía que conecta a la Parroquia Montalvo, y a los cantones Cevallos y Quero, el tramo a intervenir es desde la Manzana de Oro – Montalvo en la abscisa k 0+000 al k 2+400.

##### 4.4.2.2 Características generales de la vía

Las características geométricas predominantes de la vía son: ancho promedio 7.60 m, la pendiente transversal del 2%, la longitud del tramo en estudio corresponde a 2.400 m, la superficie de la vía está constituida por una carpeta asfáltica. Posee una sola sección.

En el proceso de extracción de muestras se encontró lo siguiente:

Cuadro 4. 39 Muestras y espesores de la estructura del pavimento

Muestra	Ubicación	Espesor (cm)			
		Capa de recapeo	Carpeta asfáltica	Base	Sub-base
PCA 1	0+920	5 cm	7.5 cm	12 cm	20 cm
PCA 2	2+360	5 cm	7.5 cm	12 cm	20 cm

Fuente: Autor

La capa de rodadura se encuentra en un proceso avanzado de deterioro donde se observó fisuras como: piel de cocodrilo, fisuras en bloque, abultamientos y hundimientos, grietas longitudinales y transversales, parches y huecos.

#### **4.4.3 Tipos de mantenimiento Vial**

Históricamente se han priorizado la construcción de nuevas vías en general sin darle la debida importancia a la conservación de aquellas ya existentes, incluso se puede dar el caso que una estructura del pavimento sea construida sin contar con un plan de mantenimiento que no solo asegure la inversión que supone la construcción de este tipo de estructuras, sino también los beneficios de su utilización.

Ya sea en el caso de una vía existente o de una nueva que acaba de ser construida, ambas tienen un período de vida útil, que es el tiempo durante el cual se espera que las estructuras ofrezcan de forma adecuada e interrumpida su servicio. Pero esperar que una carretera cumpla con el período de vida útil sin que sea garantizada su integridad es una de las causas que llevan a la necesidad de rehabilitación o reconstrucción a edades prematuras o en casos extremos al colapso de la estructura, pues los pavimentos están expuestos a procesos degenerativos continuos como el deterioro normal, el envejecimiento, defectos constructivos, aplicación de cargas, condiciones ambientales, etc. Por lo que las actividades de mantenimiento se las puede considerar como aquellas medidas que ayudan a un pavimento a cumplir con el tiempo de vida útil para el cual fue diseñado, desde luego bajo condiciones normales. [17]

Generalmente las operaciones de mantenimiento vial son clasificadas en seis categorías basadas en dos criterios: cuando pueden ser aplicadas y los impactos esperados sobre la condición superficial y estructural del pavimento. [18]

A continuación se muestra la clasificación de las operaciones de mantenimiento.

Cuadro 4. 40 Clasificación del mantenimiento en vías pavimentadas

TIPO	FRECUENCIA	CRITERIO DE INTERVENCIÓN	TIPO DE OPCIONES	EFECTOS
Mantenimiento rutinario	Durante todo el año	No se aplica	No hay	No existen en ausencia de efectos negativos
Bacheo	Periódico o rutinario especificado por: criterio de intervención, % del área, fijar área, límite máximo	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inventario: área dañada</li> <li>· Condición: toda la superficie o solamente los baches</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bacheo de la superficie,</li> <li>Reparación del espesor dañado</li> </ul>	Daños y rugosidad
Tratamiento preventivo	Periódico, especificado por: el criterio de intervención, tipo de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inventario: fijar intervalo</li> <li>· Condición : bajo agrietamiento, desprendimiento de agregados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sello líquido</li> <li>· Rejuvenecimiento</li> <li>· Lechada asfáltica</li> <li>· Sellado de fisuras</li> <li>· Reparación del espesor dañado</li> </ul>	Vida útil y resellos (no es aplicable cuando los daños no deben ser severos)
Sellos asfálticos	Periódico, especificado por: criterio de intervención, tipo y espesor	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inventario: fijar intervalo</li> <li>· Condición: daños</li> <li>· Condición: rugosidad alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tratamientos superficiales</li> <li>· Lechada asfáltica</li> <li>· Tratamiento superficial con corrección de perfil vertical</li> </ul>	Tipo de superficie, rugosidad (en todos los casos los daños no deben ser severos)
Recapeo	Periódico, especificado por: criterio de intervención, tipo y espesor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inventario: fijar intervalo</li> <li>Condición: rugosidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Hormigón asfáltico</li> <li>· Mezclas abiertas en frío</li> <li>· Hormigón asfáltico con autocontrol de nivel</li> <li>· Reparación de espesor parcial</li> </ul>	Tipo de superficie, daños, ahuellamiento, rugosidad, capacidad estructural
Reconstrucción	Periódico, especificado por: criterio de intervención, nuevo pavimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inventario: fijar intervalo</li> <li>· Condición: rugosidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cualquier superficie y base, capacidad estructural</li> </ul>	Todas las características de los pavimentos

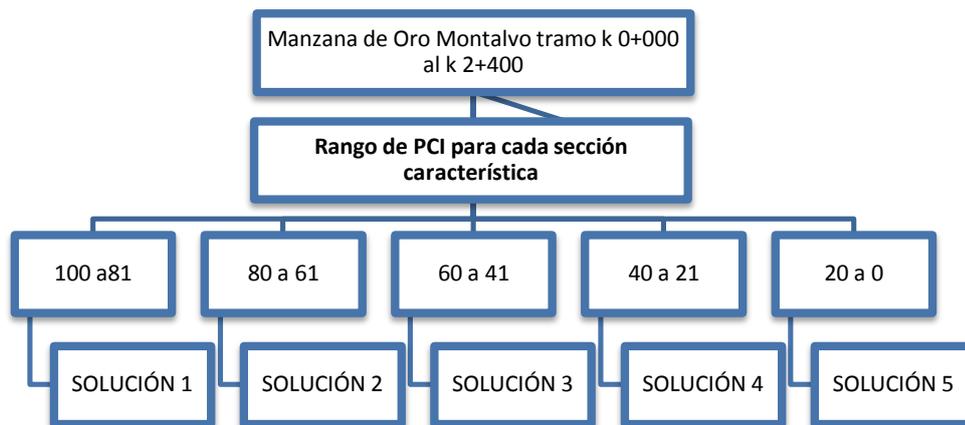
Fuente: Estudios definitivos del proyecto “Acceso a los Barrios Jaime Roldós y Pisuli” calle Machala – Pisuli e Intercambiador

#### 4.4.4 Análisis de Propuesta de Intervención

##### 4.4.4.1 En función al valor de PCI

Siendo el valor del PCI, un indicador numérico que le da una clasificación a las condiciones superficiales del pavimento, proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también sus condiciones operacionales.

Imagen 4. 17 Rango de PCI para cada sección característica



Fuente: Autor

En la siguiente tabla encontramos que de acuerdo al rango de la Evaluación del PCI, podremos analizar intervenciones ya sea de un mantenimiento o de una reconstrucción.

Cuadro 4. 41 Indicadores de mantenimiento según el PCI

Rango de PCI	Solución	Indicadores de Intervención
100 a 81	1	Mantenimiento de rutina
80 a 61	2	Intervenciones más superficiales
60 a 41	3	Carpeta asfáltica funcional < 5 cm
40 a 21	4	Carpeta asfáltica estructural > 5 cm
20 a 0	5	Reconstrucción

Fuente: Manual de mantenimiento pavimentos flexibles del Ing. Luis Vásquez

##### 4.4.4.2 En función a la deflectometría de la vía

Al determinar la capacidad estructural del pavimento considerando las deflexiones y el radio de curvatura se observa el siguiente comportamiento:

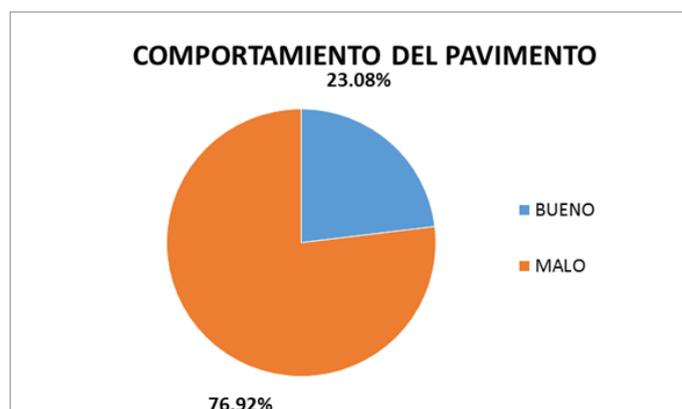
Gráfico 4. 11 Comportamiento de la Sub-rasante del Tramo Manzana de Oro – Montalvo k 0+000 al k 2+400



Fuente: Autor

El comportamiento de la subrasante en la totalidad de la vía es bueno.

Gráfico 4. 12 Comportamiento del pavimento del Tramo Manzana de Oro - Montalvo k 0+000 al k 2+400



Fuente: Autor

El gráfico 4.12, representa el porcentaje de unidades con un comportamiento del Pavimento bueno en el 23.08% y malo en el 76.92%, tomando en consideración el Radio de curvatura mínimo.

Esto se da debido a que los espesores de las capas del pavimento son insuficientes o poseen un alto grado de deterioro, las cuales ya no cumplen con los estándares de calidad solicitados (en granulometría, compactación, CBR, etc.).

#### 4.4.5 Posibles causas

##### 4.4.5.1 Posibles causas de la estructura de la vía según PCI y deflectometría de la vía Ensayo Benkelman

En la evaluación de la vía por el método PCI, describimos a continuación el tipo de falla encontrado en el tramo Manzana de Oro – Montalvo, con su porcentaje y las posibles causas que lo generaron.

Cuadro 4. 42 Causas de los deterioros tramo Manzana de Oro – Montalvo según PCI

<b>Categoría de la falla</b>	<b>Nombre de la Falla</b>	<b>Causas que la generan</b>
Fisuras	Piel de cocodrilo	Parche (menor) con mezclas asfálticas calientes
	Agrietamiento en bloque	Ciclos diarios de Esfuerzo - Deformación provocado por el gradiente térmico de la zona, rigidización de la mezcla asfáltica
	Fisuras longitudinales y transversales	Ciclos diarios de Esfuerzo - Deformación provocado por el gradiente térmico de la zona, rigidización de la mezcla asfáltica
Defomación de la superficie	Abultamiento y hundimientos	Infiltración y elevación del amterial en una grieta
Pérdida de la capa de rodadura	Parqueo	Labores de bacheo menor
	Huecos	Depresiones en la superficie, el crecimiento se acelera por agua, el tráfico arranca pequeños pedazos

Fuente: Autor

En la evaluación de la vía por el Ensayo Viga Benkelman tenemos las siguientes causas:

Cuadro 4. 43 Causas de los deterioros tramo Manzana de Oro – Montalvo según Viga Benkelman

<b>CATEGORÍA</b>	<b>CAPA</b>	<b>CAUSAS</b>
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	CARPETA ASFALTICA	Falla por fatiga debido a la repetición continua de cargas de tránsito. -Ciclos diarios de Esfuerzo-Deformación provocado por el gradiente térmico de la zona, rigidización de la mezcla asfáltica -El peso propio de las capas que constituyen la estructura del pavimento
	BASE	Mala calidad del material utilizado -Baja compactación -Espesores insuficientes -Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto de impregnación. -Falta de limpieza o barrido de la superficie de la base al momento de impregnar. -Exposición excesiva al tránsito y efectos del clima antes protegerla con la carpeta.
	SUB-BASE	Mala calidad del material utilizado -Baja compactación -Espesores insuficientes -Contaminación con el material de terracería -Defectos de construcción o acabado

Fuente: Autor

#### 4.4.5.2 Recomendación de intervención en la estructura del pavimento

Una vez conocidas las causas que generaron el deterioro del tramo Manzana de Oro - Montalvo, recomendamos lo siguiente:

Cuadro 4. 44 Recomendación de intervención en función al PCI.

<b>SECCIÓN</b>	<b>VALOR DE PCI</b>	<b>INTERVENCIÓN</b>
1 (k 0+00 al k 2+400)	4	Colocar carpeta estructural > 5 cm

Fuente: Autor

Cuadro 4. 45 Recomendación de intervención en función de la Viga Benkelman

SECCIÓN	COMPORTAMIENTO DE LA SUBRASANTE	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO	INTERVENCIÓN
1 (k 0+00 al k 2+400)	BUENA	MALA (76.92 %) BUENA (23.08 %)	Reforzamiento de la estructura

Fuente: Autor

Se recomienda el proceso de reforzamiento de la estructura del pavimento de la Vía Manzana de Oro – Montalvo en el tramo k 0+000 al k 2+400 provincia de Tungurahua.

#### 4.4.6 Diseño de espesores de la nueva estructura del pavimento

##### MÉTODO AASHTO 93 PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.

##### El periodo de diseño para el proyecto

Cuadro 4. 46 Periodo de diseño según el tipo de carretera

Tipo de Carretera	Periodo de análisis (años)
Urbana de alto volumen	30 – 50
Rural alto volumen	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen	15 – 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 – 20

Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos.

##### Confiabilidad “R”.

Cuadro 4. 47 Niveles de confiabilidad R

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99,9	80 – 99,9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 - 80	50 – 80

Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos

La clasificación funcional de la vía es Colectora Rural con un valor de 85 %.

### Desviación estándar “Zr”.

Cuadro 4. 48 Valores de Desviación Estándar Zr

Confiabilidad, R, en %	Desviación estándar normal, Zr
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos.

### Desviación estándar Global “So”.

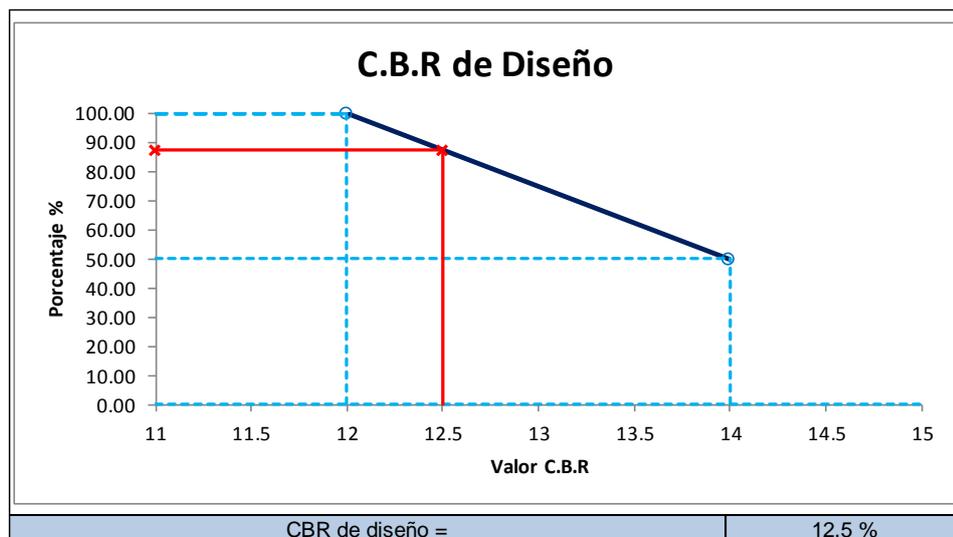
Para pavimentos flexibles:  $0,40 < So < 0,50$

Tomamos el valor promedio de 0.45.

### CBR de diseño (Subrasante)

Cuadro 4. 49 Calculo CBR de diseño

Datos			
Tramo	Sección	Abscisa	CBR
1	1	0+920	14
1	1	2+360	12
Tabla de frecuencia			
CBR de (< a >)	fi	≥ CBR	%
12	1	2	100.00
14	1	1	50.00
Gráfica CBR de diseño			



Fuente: Autor

### Módulo de resiliencia (Mr) (Característica de la Subrasante)

$$Mr(\text{psi}) = 3000 * \text{CBR}^{0.65}$$

$$Mr(\text{psi}) = 3000 * 12.5^{0.65}$$

$$Mr(\text{psi}) = 15492.19 \text{ psi} = 15.49 \text{ Ksi}$$

### Índice de serviciabilidad (PSI)

Índice de Servicio Inicial

PSI Inicial= 4.2 índice de servicio inicial para pavimento flexible.

PSI Inicial= 4.5 índice de servicio inicial para pavimento rígido.

Índice de Servicio Final

PSI Final= 2.5 o 3.0 índice de servicio final para caminos principales

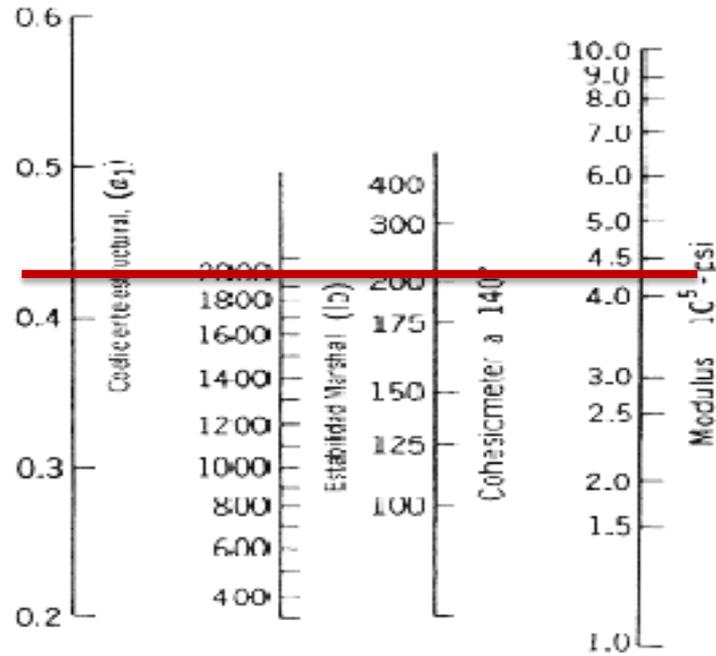
PSI Final= 2.0 índice de servicio final para caminos secundarios.

De tal manera que **el PSI inicial** a emplearse es de **4.2** debido que el diseño es un pavimento flexible y **PSI final de 2.5** como índice de servicio final.

## Coeficientes Estructurales ( $a_1$ , $a_2$ , $a_3$ )

### Coeficiente estructural de la carpeta Asfáltica ( $a_1$ )

Imagen 4. 18 Monograma para estimar el coeficiente estructural  $a_1$



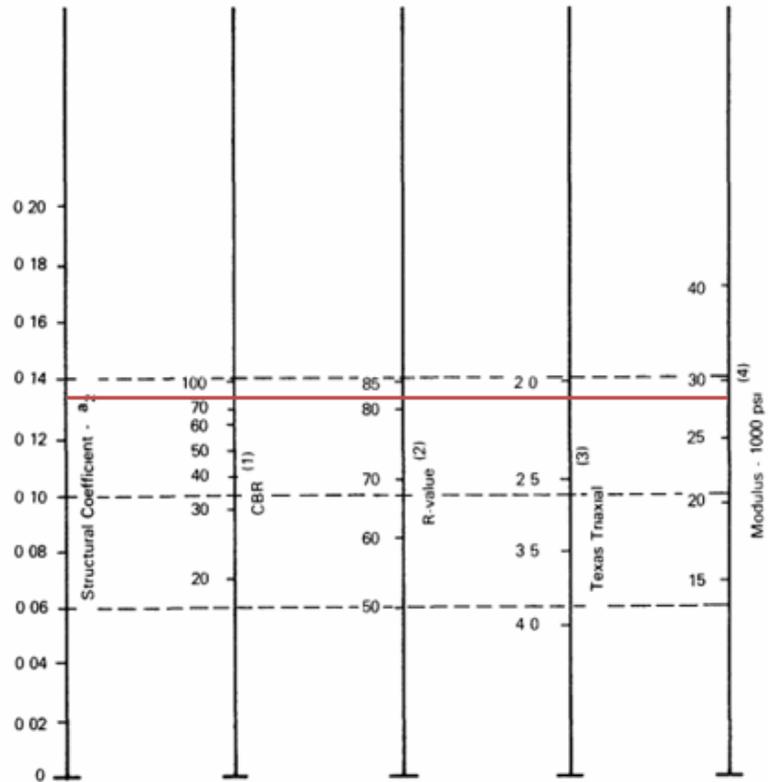
Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos.

El valor estimado del coeficiente estructural  $a_1 = 0.436$ , de acuerdo al gráfico 4-21 por apreciación se obtuvo un módulo de elasticidad de  $4.3E05$  psi. = 430 ksi.

### Coeficiente estructural de la capa base granular ( $a_2$ )

En el proyecto se empleará un CBR del 80% para la capa base, dato a emplearse en el siguiente gráfico para determinar el coeficiente estructural  $a_2$ .

Imagen 4. 19 Monograma para estimar el coeficiente estructural  $a_2$



Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos.

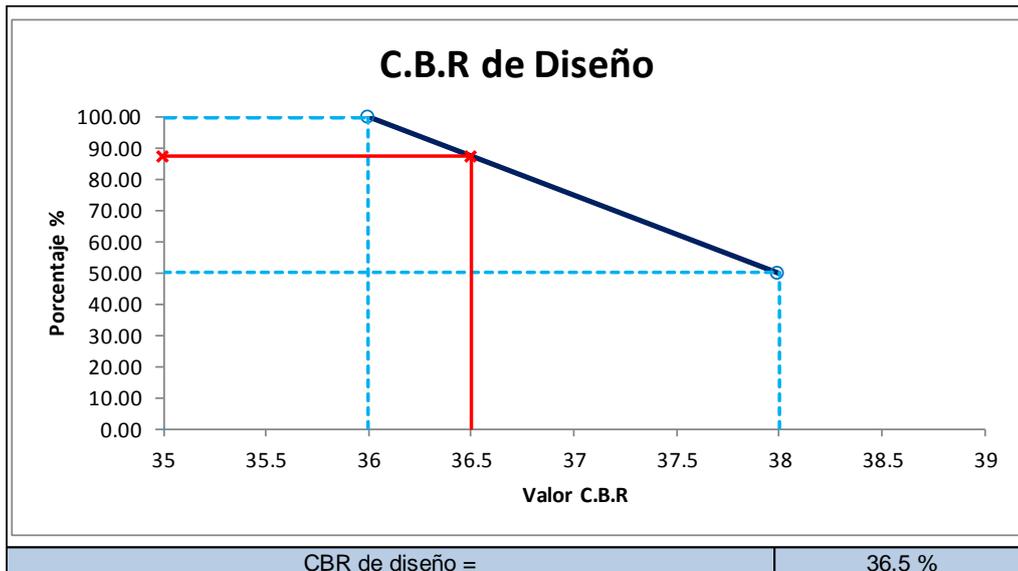
El valor estimado del coeficiente estructural  $a_2 = 0.133$ , de acuerdo al gráfico 4-22 por apreciación se obtuvo un módulo de elasticidad de  $28.7E03 \text{ psi} = 28.7 \text{ ksi}$ .

### Coeficiente estructural de la capa Sub-base granular ( $a_3$ )

En el proyecto se empleará un CBR de Diseño

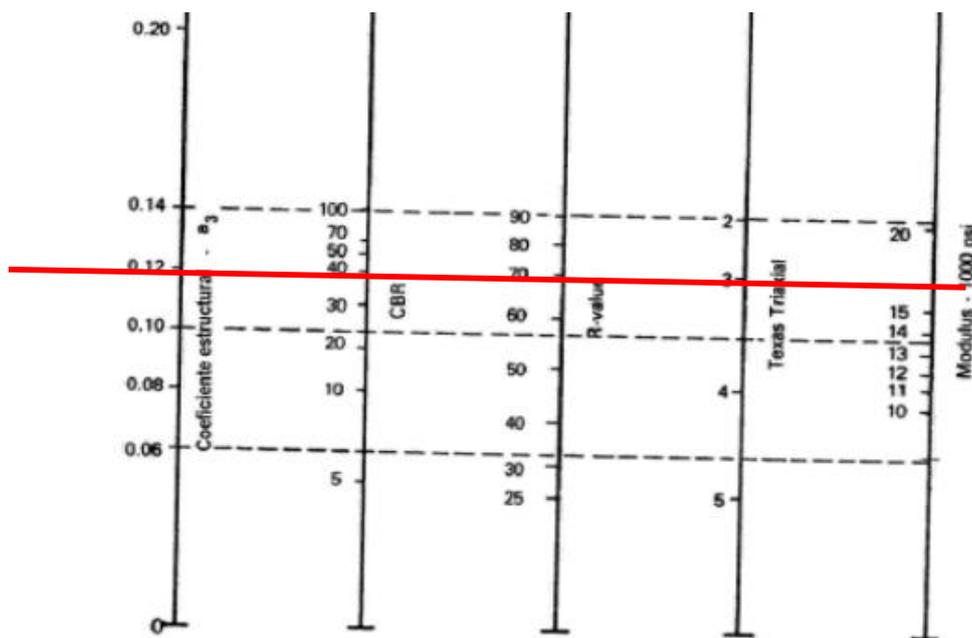
Cuadro 4. 50 Calculo CBR de diseño de la Sub-base

Datos			
Tramo	Sección	Abscisa	CBR
1	1	0+920	38
1	1	2+360	36
Tabla de frecuencia			
CBR de ( $< a >$ )	$f_i$	$\geq$ CBR	%
36	1	2	100.00
38	1	1	50.00
Gráfica CBR de diseño			



Fuente: Autor

Imagen 4. 20 Monograma para estimar el coeficiente estructural  $a_3$



Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos.

El valor estimado del coeficiente estructural  $a_3 = 0.118$ , de acuerdo al grafico 4-23 por apreciación se obtuvo un módulo de elasticidad de 16.0 E03 psi. = 16.0 ksi.

## Coeficientes de drenaje (m2, m3)

Cuadro 4. 51 Calidad de drenaje

Calidad del Drenaje	Agua eliminada en:
Excelente	2 horas
Buena	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drenada

Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos.

Cuadro 4. 52 Coeficiente de drenaje

Calidad del Drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Buena	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Deficiente	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos.

Calidad del Drenaje = **Regular**

Valores  $m_2$ ,  $m_3 = 1,10$  debido a que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad mayor al 1-5%.

## Cálculo del número estructural (SN)

Imagen 4. 21 Numero estructural SN programa AASHTO-93

Fuente: Software, Ecuación AASTO-93.

## Determinación de espesores por capa

Cuadro 4. 53 Espesores mínimos por capa

<b>Tráfico, <math>W_{18}</math></b>	<b>Concreto asfáltico, <math>D_1</math></b>	<b>Capa Base, <math>D_2</math></b>
< 50 000	1.0 (o tratamiento superficial)	4
50001 a 150000	2.0	4
150001 a 500000	2.5	4
500001 a 2000000	3.0	6
2000001 a 7000000	3.5	6
7000000	4.0	6

Fuente: Ing. F. Moreira, Folleto de pavimentos.

El valor de  $W_{18}$  del carril de diseño es de 4074327, de acuerdo al cálculo de número de ejes equivalentes proyectado para 20 años esto se encuentra en el **Cuadro 4.31**. Tomamos el valor de 3.5 pulgadas como mínimo de acuerdo al  $W_{18}$ .

Cuadro 4. 54 Diseño método AASHTO 93 para pavimentos flexibles

<b>DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993</b>				
<b>PROYECTO</b>	: Vía Manzana de Oro - Montalvo		<b>TRAMO</b>	: 1
<b>SECCION</b>	: km 0+000 a km 2+400		<b>FECHA</b>	: Diciembre, 2018
<b>DATOS DE ENTRADA :</b>				
<b>1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES</b>			<b>DATOS</b>	
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			430.00	
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.75	
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			16.00	
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>				
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			4074327	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			85%	
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-1.037	
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			15.49	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2	
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.5	
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20	
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>				
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA				
Concreto Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )			0.436	
Base granular (a <sub>2</sub> )			0.133	
Subbase (a <sub>3</sub> )			0.118	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA				
Base granular (m <sub>2</sub> )			1.100	
Subbase (m <sub>3</sub> )			1.100	
<b>DATOS DE SALIDA :</b>				
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )		<b>3.18</b>		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )		<b>2.51</b>		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )		<b>0.63</b>		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )		<b>0.04</b>		
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>				
		<b>PROPUESTA</b>		
	TEORICO	ESPESOR	SN*	
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	14.6 cm	<b>5.0 cm</b>	0.86	
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	10.9 cm	<b>15.0 cm</b>	0.86	
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0.8 cm	<b>32.0 cm</b>	1.64	
ESPESOR TOTAL (cm)		<b>52.0 cm</b>	<b>3.36</b>	
<b>DISEÑADO POR</b> : Ana Gabriela Núñez Ortiz			<i>fm</i>	

Fuente: Autor

#### 4.4.7 Presupuesto referencial por secciones

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>			
<b>Proyecto:</b> "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."					
<b>Ubicación:</b> Manzana de Oro - Montalvo <b>Realizado:</b> Ana G. Núñez Ortiz			<b>Fecha:</b> Ambato, Diciembre del 2018 <b>HOJA 1 DE 1</b>		
<b>TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
1	REPLANTEO Y NIVELACION CON APARATOS	KM	2.40	564.48	1354.75
2	FRESADO DE PAVIMENTO ASFALTICO	M3	2280.00	6.43	14660.40
3	DESALOJO DE MATERIAL /VOLQUETE	M3	2280.00	3.93	8960.40
4	ALZADA Y BAJADA DE POZOS REVISION A NIVEL DE RASANTE	ML	5.60	95.37	534.07
5	LEVANTADA DE TAPAS Y REJILLAS A NIVEL DE RASANTE	U	28.00	45.55	1275.40
6	BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)	M3	2736.00	18.53	50698.08
7	ASFALTO RC250 PARA IMPRIMACION	LT	27360.00	0.80	21888.00
8	CAPA DE RODADURA 2" DE HORM. ASFALT EN PLANTA	M2	18240.00	13.44	245145.60
9	CUNETAS H.S. TIPO V $f_c=180 \text{ kg/cm}^2$ $e=10 \text{ cm}$ $a=1.00$	ML	4800.00	20.24	97152.00
10	ALZADA Y NIVELACION DE SEÑALIZACION VERTICAL	U	15.00	35.93	538.95
11	MARCAS DE PAV. SEPAR. CARRILES (LINEA CONT) A=10CM	ML	7200.00	0.42	3024.00
				<b>TOTAL:</b>	<b>445231.65</b>
<p><b>SON :</b> CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y UNO, CON 65/100 DÓLARES</p> <p><b>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA</b></p> <p>Ambato, Diciembre del 2018  <b>Lugar y fecha</b></p>					

#### 4.4.8 Análisis de precios unitario

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>				
<b>Proyecto:</b> "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."						
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
RUBRO : 1 DETALLE: REPLANTEO Y NIVELACION CON APARATOS					<b>HOJA 1 DE 11</b> UNIDAD: KM	
EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	HORA	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						15.62
NIVEL		1.00	1.50	1.50	22.000	33.00
ESTACION TOTAL		1.00	4.50	4.50	22.000	99.00
<b>SUBTOTAL M</b>						<b>147.62</b>
MANO DE OBRA		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION		A	B	HORA	R	D=CxR
TOPOGRAFO 2	EO C1	1.00	3.55	3.55	22.000	78.10
CADENERO	EO D2	3.00	3.55	10.65	22.000	234.30
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>312.40</b>
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
DESCRIPCION				A	B	C=AxB
TIRAS DE 2.5*2.5*250 cm			U	6.000	1.25	7.50
PINTURA ESMALTE			GLN	0.250	11.50	2.88
<b>SUBTOTAL O</b>						<b>10.38</b>
TRANSPORTE			UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
DESCRIPCION				A	B	C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>						<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>						<b>470.40</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>						<b>75.26</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>						<b>18.82</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>						<b>564.48</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>						<b>564.48</b>
SON: QUINIENTOS SESENTA Y CUATRO DÓLARES CON CUARENTA Y OCHO CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Ana Gabriela Núñez <b>ELABORADO</b>						



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



**Proyecto:** “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 2 DE 11

RUBRO : 2

UNIDAD: M3

DETALLE: FRESADO DE PAVIMENTO ASFALTICO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
CAMION CISTERNA 10000 LT	1.00	16.00	16.00	0.040	0.64
FRESADORA DE ASFALTO	1.00	93.50	93.50	0.040	3.74
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4.41</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR EQUIPO PESADO 1 OP C1	1.00	3.93	3.93	0.040	0.16
CHOFER CH C1	1.00	5.15	5.15	0.040	0.21
PEON EO E2	1.00	3.51	3.51	0.040	0.14
ENGRESADOR ST D2	1.00	3.55	3.55	0.040	0.14
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.65</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
AGUA	M3	0.600	0.50	0.30
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.30</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	5.36
<b>INDIRECTOS (%)</b>	16.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	4.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	6.43
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>6.43</b>

SON: SEIS DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez  
**ELABORADO**



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



**Proyecto:** “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 3 DE 11

RUBRO : 3

UNIDAD: M3

DETALLE: DESALOJO DE MATERIAL/VOLQUETE

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
VOLQUETE	1.00	25.00	25.00	0.107	2.68
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.71</b>
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CHOFER CH C1	1.00	5.15	5.15	0.110	0.57
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.57</b>
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>3.28</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>				16.00%	0.52
<b>UTILIDAD (%)</b>				4.00%	0.13
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.93</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>3.93</b>

SON: TRES DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez  
**ELABORADO**



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



**Proyecto:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 4 DE 11

RUBRO : 4

UNIDAD: ML

DETALLE: ALZADA Y BAJADA DE POZOS REVISION A NIVEL DE RASANTE

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.41
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.41</b>
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.51	3.51	4.000	14.04
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.55	3.55	4.000	14.20
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>28.24</b>
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ENCOFRADO CIRCULAR	ML	1.000	25.00	25.00	
CEMENTO PORTLAND	SACO	2.300	8.10	18.63	
ARENA	M3	0.350	12.00	4.20	
RIPIO	M3	0.130	15.00	1.95	
AGUA	M3	0.072	0.50	0.04	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>49.82</b>	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					79.47
<b>INDIRECTOS (%)</b>				16.00%	12.72
<b>UTILIDAD (%)</b>				4.00%	3.18
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					95.37
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>95.37</b>

SON: NOVENTA Y CINCO DÓLARES CON TREINTA Y SIETE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez  
**ELABORADO**



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



**Proyecto:** “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 5 DE 11

RUBRO : 5

UNIDAD: U

DETALLE: LEVANTADA DE TAPAS Y REJILLAS A NIVEL DE RASANTE

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.59
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.59</b>
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.51	3.51	6.000	21.06
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.55	3.55	3.000	10.65
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>31.71</b>
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND	SACO	0.300	8.10	2.43	
ARENA	M3	0.060	12.00	0.72	
RIPIO	M3	0.100	15.00	1.50	
AGUA	M3	0.022	0.50	0.01	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4.66</b>	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>37.96</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>				16.00%	6.07
<b>UTILIDAD (%)</b>				4.00%	1.52
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>45.55</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>45.55</b>

SON: CUARENTA Y CINCO DÓLARES CON CINCUENTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez

**ELABORADO**



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



**Proyecto:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 6 DE 11

RUBRO : 6

UNIDAD: M3

DETALLE: BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO (MAQUINA)

ESPECIFICACIONES: MEZCLADO, TENDIDO COMPACTADO E HIDRATADO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
MOTONIVELADORA 125 HP	1.00	35.00	35.00	0.010	0.35
RODILLO VIBRATORIO 8 TON	1.00	30.00	30.00	0.010	0.30
CAMION CISTERNA 10000 LT	1.00	16.00	16.00	0.010	0.16
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.82</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR EQUIPO PESADO 1 OP C1	1.00	3.93	3.93	0.010	0.04
OPERADOR EQUIPO PESADO 2 OP C2	1.00	3.75	3.75	0.010	0.04
CHOFER CH C1	1.00	5.15	5.15	0.010	0.05
PEON EO E2	1.00	3.51	3.51	0.020	0.07
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.20</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
BASE CLASE 3	M3	1.200	12.00	14.40
AGUA	M3	0.030	0.50	0.02
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>14.42</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	15.44
<b>INDIRECTOS (%)</b>	16.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	4.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	18.53
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>18.53</b>

SON: DIECIOCHO DÓLARES CON CINCUENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez

**ELABORADO**



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



**Proyecto:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 7 DE 11

RUBRO : 7

UNIDAD: LT

DETALLE: ASFALTO RC250 PARA IMPRIMACION

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1.00	45.00	45.00	0.001	0.05
ESCOBA MECANICA	1.00	20.00	20.00	0.001	0.02
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.07</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR DISTRIBUIDOR ASF OP C2	1.00	3.75	3.75	0.001	0.00
CHOFER CH C1	1.00	5.15	5.15	0.001	0.01
PEON EO E2	3.00	3.51	10.53	0.001	0.01
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.02</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ASFALTO RC-250	KG	1.080	0.39	0.42
DIESEL	LT	0.145	1.04	0.15
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.57</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	0.66
<b>INDIRECTOS (%)</b>	16.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	4.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	0.80
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.80</b>

SON: OCHENTA CENTAVOS DE DÓLAR

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez  
**ELABORADO**



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



**Proyecto:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 8 DE 11**

RUBRO : 8

UNIDAD: M2

DETALLE: CAPA DE RODADURA 2" DE HORM. ASFALT EN PLANTA

<b>EQUIPO DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
PLANTA ASFALTO COMPLETA 50T/H	1.00	160.00	160.00	0.010	1.60
CARGADORA FRONTAL	1.00	35.00	35.00	0.010	0.35
TERMINADORA DE ASFALTO 80HP	1.00	65.00	65.00	0.010	0.65
RODILLO VIBRATORIO LISO	1.00	30.00	30.00	0.010	0.30
RODILLO VIBRATORIO NEUMATICO	1.00	30.00	30.00	0.010	0.30
VOLQUETA DE 8M3	4.00	25.00	100.00	0.010	1.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>4.24</b>
<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA EO C1	1.00	3.94	3.94	0.010	0.04
OPERADOR 1 OP C1	2.00	3.93	7.86	0.010	0.08
OPERADOR 2 OP C2	3.00	3.75	11.25	0.010	0.11
PEON EO E2	12.00	3.51	42.12	0.010	0.42
ENGRESADOR ST D2	5.00	3.55	17.75	0.010	0.18
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.83</b>
<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>	
ASFALTO AP3	KG	8.020	0.39	3.13	
AGREGADOS TRITURADOS	M3	0.060	15.00	0.90	
DIESEL GENERADOR PLANTA	GLN	0.820	1.04	0.85	
ARENA	M3	0.080	12.00	0.96	
TRANSPORTE DE MESCLA ASFALTICA	M3*KM	1.170	0.25	0.29	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>6.13</b>	
<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					11.20
<b>INDIRECTOS (%)</b>					16.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>					4.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					13.44
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>13.44</b>

SON: DIECINUEVE DÓLARES CON SIETE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez

**ELABORADO**



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



**Proyecto:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 9 DE 11

RUBRO : 9

UNIDAD: ML

DETALLE: CUNETAS H.S. TIPO V f<sub>c</sub>=180 kg/cm<sup>2</sup> e=10 cm a=1.00

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.33
CONCRETERA 1 SACO	1.00	4.00	4.00	0.229	0.92
COMPACTADOR 5.5 HP	1.00	3.00	3.00	0.229	0.69
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.94</b>
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	5.00	3.51	17.55	0.229	4.02
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.55	7.10	0.229	1.63
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA EO C1	1.00	3.94	3.94	0.229	0.90
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6.55</b>
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND	SACO	0.670	8.10	5.43	
ARENA	M3	0.065	12.00	0.78	
RIPIO	M3	0.095	15.00	1.43	
AGUA	M3	0.022	0.50	0.01	
SUB-BASE CLASE 3	M3	0.220	3.30	0.73	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>8.38</b>	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>16.87</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>					16.00% 2.70
<b>UTILIDAD (%)</b>					4.00% 0.67
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>20.24</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>20.24</b>

SON: VEINTE DÓLARES CON VEINTE Y CUATRO CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez  
**ELABORADO**



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



**Proyecto:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 10 DE 11**

RUBRO : 10

UNIDAD: U

DETALLE: ALZADA Y NIVELACION DE SEÑALIZACION VERTICAL

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
-----------------------	---------------	-------------	---------------	------------------	----------------

Herramienta Menor 5% de M.O.	0.53
------------------------------	------

<b>SUBTOTAL M</b>	<b>0.53</b>
-------------------	-------------

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
-----------------------------	---------------	----------------	---------------	------------------	----------------

PEON EO E2	1.00	3.51	3.51	2.000	7.02
------------	------	------	------	-------	------

ALBAÑIL EO D2	0.50	3.55	1.78	2.000	3.56
---------------	------	------	------	-------	------

<b>SUBTOTAL N</b>	<b>10.58</b>
-------------------	--------------

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
---------------------------	--------	---------------	-------------------	----------------

CEMENTO PORTLAND	SACO	1.518	8.10	12.30
------------------	------	-------	------	-------

ARENA	M3	0.230	12.00	2.76
-------	----	-------	-------	------

AGUA	M3	0.048	0.50	0.02
------	----	-------	------	------

RIPIO	M3	0.250	15.00	3.75
-------	----	-------	-------	------

<b>SUBTOTAL O</b>	<b>18.83</b>
-------------------	--------------

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
---------------------------	--------	---------------	-------------	----------------

<b>SUBTOTAL P</b>	<b>0.00</b>
-------------------	-------------

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>29.94</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	16.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	4.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>35.93</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>35.93</b>

**SON:** TREINTA Y CINCO DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

Ana Gabriela Núñez

**ELABORADO**



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



**Proyecto:** “IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO – MONTALVO EN EL TRAMO k 0+000 AL k 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 11 DE 11**

RUBRO : 11

UNIDAD: ML

DETALLE: MARCAS DE PAV. SEPAR. CARRILES (LINEA CONT) A=10CM

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
EQUIPO DE PINTURA	1.00	5.00	5.00	0.004	0.02
CAMIONETA 1 TON	1.00	20.00	20.00	0.004	0.08
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.10</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	2.00	3.51	7.02	0.004	0.03
CHOFER CH C1	1.00	5.15	5.15	0.004	0.02
OPERADOR EQUIPO PESADO 2 OP C2	1.00	3.75	3.75	0.004	0.02
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.07</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
PINTURA DE TRAFICO REFLECTIVA	GLN	0.005	22.27	0.11
THIÑER LACA	GLN	0.002	8.19	0.02
MICROESFERAS	KG	0.020	2.52	0.05
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.18</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	0.35
<b>INDIRECTOS (%)</b>	16.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	4.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	0.42
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.42</b>

SON: CUARENTA Y DOS CENTAVOS DE DÓLAR  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ana Gabriela Núñez  
**ELABORADO**

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- Se realizó el levantamiento topográfico el cual nos ayudó a identificar las características geométricas existentes en la vía.
- Una vez obtenida la información y analizada en el laboratorio de suelos podemos determinar que la estructura del pavimento existente está compuesta por las siguientes capas: 5 cm de recapeo, 7.5 cm de carpeta asfáltica, 12 cm de base y 20 cm de sub base.
- Según los cálculos realizados por el método PCI nos da un valor de 36 % siendo éste clasificado como un estado MALO, según este resultado la vía debe ser intervenida con el fin de restablecer la capacidad estructural y funcional del pavimento.
- La evaluación deflectométrica de la viga Benkelman nos permitió verificar la condición estructural del pavimento, tenemos que la sub-rasante es buena, pero el comportamiento estructural del pavimento es malo, ya que presentan las deflexiones menores a 100. Esto debido a que el espesor de la base es insuficientes y tiene un alto grado de deterioro en las capas.
- Al analizar los resultados de los dos métodos PCI y Ensayo de la Viga Benkelman se recomienda realizar un reforzamiento de la estructura del pavimento de la Vía.
- El presupuesto para el proceso de reforzamiento de la estructura del pavimento es de 445.231,65 USD.
- Para realizar el reforzamiento se debe levantar la carpeta asfáltica, dejar el material granular encontrado es decir quedaría la sub-base de 32 cm, colocar una base de 15 cm (la capa de base a colocarse es Base Clase 3) y colocar una carpeta asfáltica de 5 cm como lo indicamos en el diseño de espesores.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- La evaluación deflectométrica es muy sensible al procedimiento de medición, debe tomarse con mucho cuidado ya que un error en la lectura puede llevar a un criterio equivocado de la capacidad estructural del pavimento.
- Difundir la información necesaria a otras instituciones públicas encargadas de la vialidad del país, sobre el uso y aplicación de programas de procesos de conservación de la estructura de la capa de rodadura.
- Para que sea efectivo el proceso de reforzamiento de la estructura del pavimento de la vía, se deben ser realizadas correctamente según lo recomendado en el diseño de pavimentos flexibles (espesores).
- Colocar una carpeta asfáltica de 2” de espesor y transcurrido 10 años se debe realizar una evaluación de la carpeta asfáltica para colocar lo que falta según al cuadro de espesores mínimos por capa según la MTOP, en la cual toma en cuenta el tráfico W18 a 20 años que es 3’308.911 vehículos y el espesor mínimo sería de 3.5”.
- Se deberá colocar la señalética horizontal y vertical por seguridad, prevención e información de los usuarios y de los vehículos que transitan por la vía.

## 1. BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. O. Nauñay, Modelo de evaluación y mantenimiento para la Rehabilitación de la Capa de Rodadura de la Vía Pelileo - Baños, Ambato, 2011.
- [2] A. G. C. G. Kerin Escobar, Analisis comparativo de la evaluación de pavimentos por medio de la viga benkelman y el deflectómetro de impacto, El Salvador, 2007.
- [3] «Norma Ecuatoriana Vial NEVI,» *Conservación Vial MTOP*, vol. N. 6, p. v, 2013.
- [4] C. J. Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.
- [5] L. Guevara, Modelo de mantenimiento vial que permite desarrollar planes de conservación en la capa de rodadura para vías interparroquiales de la provincia de Tungurahua, Ambato - Ecuador: Maestría en Vías Terrestres, Universidad Técnica de Ambato, 2009.
- [6] Segundo Gonzalez, Victor Lasso, Estudio del modelo de gestión para el mantenimiento de calles y avenidas del distrito Metropolitano de Quito., Quito, 2014.
- [7] I. F. Moreira, *Apuntes Pavimentos*, Ambato, 2014.
- [8] R. Robles, Cálculo del índice de condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima, Lima, 2015.
- [9] A. Ortega, Evaluación del estado actual del pavimento flexible en la vía de acceso a la comunidad de Casas Viejas ubicado en el km 22.5 vía a la Costa., Guayaquil, 2016.
- [10] *Norma de diseño geométrico de carreteras*, 2003.
- [11] L. Villacrés, Estudio para el mejoramiento del Camino El Rey, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, Ambato, 2007.
- [12] J. D. Villacrés, Evaluación de las condiciones de la infraestructura vial actual del Camino Vecinal desde la comunidad Quillalli hasta la comunidad Puganza Chico en la parroquia Quisapincha, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida, Ambato, 2015.
- [13] H. Meza, Evaluación deflectométrica obtenida con la Viga Benkelman y diseño de estructuras de pavimentos por el método AASHTO 2008 en la avenida Hartley del distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa-Perú, 2017.

- [14] L. R. V. Varela, Paviment Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, Manizales, 2002.
- [15] G. C. Huamanchumo, Control de la deflexión vertical con Viga Benkelman monitoreo de conservación carretera Cañete - Huancayo km 110+000 al km 112+000, Lima - Perú, 2010.
- [16] R. E. Carahuatay, Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel - Pablo, Tramo San Miguel - Sunuden; Mediante el análisis deflectométrico., Cajamarca - pERÚ, 2015.
- [17] D. G. Berrones, Plan de mantenimiento de la carpeta asfáltica de la sección del paso lateral de Ambato comprendida entre Huachi Garande y el redondel de Terremoto, Quito, 2013.
- [18] «Estudios definitivos del proyecto “Acceso a los Barrios Jaime Roldós y Pisuli” calle Machala – Pisuli e Intercambiador,» 2010.

## 2. ANEXOS

### 2.1 TABLA CONTEO VEHICULAR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO													
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA													
<b>PROYECTO:</b>		"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"											
<b>ELABORADO POR:</b>		ANA NÚÑEZ ORTIZ					<b>FECHA:</b> Lunes 17 de Septiembre del 2018						
HORA	TIPO DE VEHÍCULOS											TOTAL	ACUMULADO POR HORA
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS										
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4-O	2S3	3S3			
6:00 - 6:15	67	6	6	1	1	0	0	0	0	0	0	81	
6:15 - 6:30	72	5	6	3	3	0	0	0	0	0	1	90	
6:30 - 6:45	75	8	6	4	2	2	0	0	0	0	0	97	
6:45 - 7:00	77	8	3	4	5	0	0	1	0	0	0	98	366
7:00 - 7:15	80	4	4	1	3	0	0	0	0	0	0	92	377
7:15 - 7:30	67	8	7	2	5	0	0	0	0	0	0	89	376
7:30 - 7:45	79	7	7	0	2	0	0	1	0	1	1	97	376
7:45 - 8:00	81	6	7	3	5	1	0	0	0	0	0	103	381
8:00 - 8:15	93	5	3	1	1	0	0	0	0	1	1	104	393
8:15 - 8:30	96	7	5	3	4	1	0	1	0	0	0	117	421
8:30 - 8:45	85	7	6	5	5	0	0	0	0	0	0	108	432
8:45 - 9:00	72	5	7	5	4	0	0	0	0	0	0	93	422
9:00 - 9:15	84	6	5	1	1	0	0	1	0	0	0	98	416
9:15 - 9:30	76	7	6	2	3	1	0	0	0	0	0	95	394
9:30 - 9:45	80	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0	95	381
9:45 - 10:00	84	7	3	1	2	0	0	0	0	0	0	97	385
10:00 - 10:15	82	6	7	0	4	0	1	0	0	0	0	100	387
10:15 - 10:30	76	9	9	2	5	0	0	0	0	0	0	101	393
10:30 - 10:45	73	6	4	2	2	0	0	0	0	1	1	88	386
10:45 - 11:00	86	8	7	5	2	2	0	0	0	0	0	110	399
11:00 - 11:15	69	6	5	2	6	0	0	0	0	0	0	88	387
11:15 - 11:30	69	7	8	5	3	0	0	0	0	0	0	92	378
11:30 - 11:45	42	9	7	2	7	0	0	1	0	0	0	68	358
11:45 - 12:00	83	5	2	3	4	0	0	0	0	0	0	97	345
12:00 - 12:15	77	5	6	2	2	0	0	0	0	0	0	92	349
12:15 - 12:30	79	7	7	3	5	0	0	0	0	0	0	101	358
12:30 - 12:45	83	10	5	5	6	0	0	0	0	0	0	109	399
12:45 - 13:00	84	7	3	3	6	0	0	1	0	1	1	105	407
13:00 - 13:15	86	4	7	1	2	0	0	0	0	0	0	100	415
13:15 - 13:30	89	9	8	4	4	1	0	0	0	0	0	115	429
13:30 - 13:45	85	6	7	3	3	0	0	0	0	0	0	104	424
13:45 - 14:00	84	6	7	2	2	0	1	0	0	0	0	102	421
14:00 - 14:15	79	7	8	3	1	0	0	0	1	0	0	99	420
14:15 - 14:30	76	9	2	7	4	0	0	0	0	0	0	98	403
14:30 - 14:45	83	4	3	0	4	1	0	0	0	0	0	95	394
14:45 - 15:00	74	6	5	2	5	0	0	0	0	0	0	92	384
15:00 - 15:15	77	6	3	4	4	0	0	0	0	0	0	94	379
15:15 - 15:30	83	7	6	3	4	0	1	0	0	0	0	104	385
15:30 - 15:45	77	4	2	4	4	0	0	0	1	0	0	92	382
15:45 - 16:00	73	10	5	3	7	0	0	0	0	1	1	99	389
16:00 - 16:15	80	8	5	3	4	0	0	0	0	0	0	100	395
16:15 - 16:30	82	6	6	4	4	1	0	0	0	0	0	103	394
16:30 - 16:45	79	7	7	4	5	0	0	0	0	0	0	102	404
16:45 - 17:00	73	7	6	3	2	0	0	0	0	0	0	91	396
17:00 - 17:15	76	6	2	3	5	0	0	0	0	0	0	92	388
17:15 - 17:30	76	6	4	4	2	0	0	0	1	0	0	93	378
17:30 - 17:45	77	8	5	1	3	0	0	0	0	0	1	95	371
17:45 - 18:00	84	5	2	1	5	0	1	0	0	0	0	98	378
<b>TOTAL</b>	<b>3764</b>	<b>318</b>	<b>256</b>	<b>133</b>	<b>172</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4673</b>		
			<b>591</b>										
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>432</b>											



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



**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE  
ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ELABORADO POR:**

ANA NÚÑEZ ORTIZ

**FECHA:**

Martes 18 de Septiembre del 2018

HORA	TIPO DE VEHÍCULOS											TOTAL	ACUMULA DO POR HORA
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS										
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3			
6:00 - 6:15	48	8	1	3	1	0	0	0	0	0	0	61	
6:15 - 6:30	63	9	1	6	2	1	1	0	0	0	0	83	
6:30 - 6:45	57	8	2	2	1	1	0	0	0	1	0	72	
6:45 - 7:00	62	10	3	4	1	1	0	0	0	0	0	81	297
7:00 - 7:15	82	7	2	3	2	0	0	0	1	0	0	97	333
7:15 - 7:30	82	12	1	2	2	2	0	1	0	0	0	102	352
7:30 - 7:45	81	6	3	2	2	1	1	0	1	0	0	97	377
7:45 - 8:00	82	8	3	5	2	1	0	0	0	1	0	102	398
8:00 - 8:15	92	9	2	5	1	0	0	0	0	0	0	109	410
8:15 - 8:30	86	11	2	7	3	2	1	0	0	0	0	112	420
8:30 - 8:45	87	6	4	3	2	0	0	0	0	0	0	102	425
8:45 - 9:00	94	11	1	4	3	1	0	1	1	1	1	117	440
9:00 - 9:15	81	9	1	3	2	1	0	0	0	0	0	97	428
9:15 - 9:30	86	7	4	6	2	1	0	0	0	0	0	106	422
9:30 - 9:45	106	9	3	3	2	2	0	0	1	0	0	126	446
9:45 - 10:00	87	8	2	4	1	1	1	0	0	1	0	105	434
10:00 - 10:15	89	9	3	3	2	2	0	0	0	0	0	108	445
10:15 - 10:30	93	6	2	5	5	1	1	1	0	0	0	114	453
10:30 - 10:45	99	11	2	2	1	2	0	0	1	0	0	118	445
10:45 - 11:00	92	6	4	2	3	0	0	0	0	0	0	107	447
11:00 - 11:15	84	10	3	7	3	2	0	0	1	1	1	111	450
11:15 - 11:30	92	8	2	3	1	1	1	0	0	0	0	108	444
11:30 - 11:45	84	9	3	5	1	0	1	0	0	0	0	103	429
11:45 - 12:00	97	8	6	2	2	0	0	0	0	0	0	115	437
12:00 - 12:15	82	6	6	3	4	0	0	0	0	0	0	101	427
12:15 - 12:30	87	9	3	2	2	0	0	0	0	0	0	103	422
12:30 - 12:45	89	7	2	4	4	1	0	1	0	0	0	108	427
12:45 - 13:00	84	8	2	5	5	0	1	0	0	0	0	105	417
13:00 - 13:15	97	9	3	1	1	0	0	0	0	0	0	111	427
13:15 - 13:30	96	9	1	2	2	0	0	0	0	0	0	110	434
13:30 - 13:45	105	11	1	3	2	1	0	0	0	1	0	124	450
13:45 - 14:00	101	6	2	5	4	0	0	0	0	0	0	118	463
14:00 - 14:15	89	12	3	2	3	0	0	0	0	0	0	109	461
14:15 - 14:30	77	8	4	8	2	0	0	1	0	0	0	100	451
14:30 - 14:45	80	10	5	2	2	0	0	0	1	0	0	100	427
14:45 - 15:00	85	9	4	5	2	1	0	0	0	0	0	106	415
15:00 - 15:15	76	10	4	2	4	0	0	0	0	0	0	96	402
15:15 - 15:30	103	8	4	4	1	0	0	0	0	1	0	121	423
15:30 - 15:45	95	9	3	5	3	0	1	0	0	0	0	116	439
15:45 - 16:00	85	9	3	3	2	0	0	0	0	0	0	102	435
16:00 - 16:15	103	11	1	3	1	1	0	0	0	0	0	120	459
16:15 - 16:30	87	9	2	2	3	0	0	0	0	0	0	103	441
16:30 - 16:45	86	8	2	4	2	0	0	1	0	1	0	104	429
16:45 - 17:00	97	9	4	4	1	0	1	0	0	0	0	116	443
17:00 - 17:15	95	8	4	3	2	0	0	0	0	0	0	112	435
17:15 - 17:30	97	8	2	6	2	0	0	0	0	0	0	115	447
17:30 - 17:45	99	9	2	2	0	1	0	0	0	0	0	113	456
17:45 - 18:00	96	9	2	4	1	0	0	0	0	0	0	112	452
<b>TOTAL</b>	<b>4197</b>	<b>416</b>	<b>129</b>	<b>175</b>	<b>102</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>5078</b>		
			<b>465</b>										
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>463</b>											



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



**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE  
ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ELABORADO POR:**

ANA NÚÑEZ ORTIZ

**FECHA:**

Miércoles 19 de Setiembre del 2018

HORA	TIPO DE VEHÍCULOS											TOTAL	ACUMULA DO POR HORA	
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS											
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3				
6:00 - 6:15	80	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	
6:15 - 6:30	74	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	83	
6:30 - 6:45	86	8	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	99	
6:45 - 7:00	101	9	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	114	383
7:00 - 7:15	71	9	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	82	378
7:15 - 7:30	86	6	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	97	392
7:30 - 7:45	102	12	4	1	2	0	0	0	0	0	1	0	122	415
7:45 - 8:00	102	10	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	116	417
8:00 - 8:15	99	9	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	115	450
8:15 - 8:30	83	8	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	95	448
8:30 - 8:45	98	8	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	115	441
8:45 - 9:00	100	11	2	3	0	0	1	1	0	0	0	0	118	443
9:00 - 9:15	92	8	1	2	2	1	2	0	0	0	0	0	108	436
9:15 - 9:30	114	6	4	6	3	2	1	0	1	0	0	0	137	478
9:30 - 9:45	110	9	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	125	488
9:45 - 10:00	99	7	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	110	480
10:00 - 10:15	98	8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	109	481
10:15 - 10:30	102	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	113	457
10:30 - 10:45	101	7	1	2	0	1	1	0	1	0	0	0	114	446
10:45 - 11:00	103	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	447
11:00 - 11:15	99	11	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	115	453
11:15 - 11:30	102	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	111	451
11:30 - 11:45	96	9	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	110	447
11:45 - 12:00	94	9	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	109	445
12:00 - 12:15	91	10	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	105	435
12:15 - 12:30	94	9	1	1	2	0	1	0	0	1	0	0	109	433
12:30 - 12:45	109	8	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	121	444
12:45 - 13:00	96	11	3	3	1	1	0	1	0	0	0	0	116	451
13:00 - 13:15	116	9	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	128	474
13:15 - 13:30	106	7	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	118	483
13:30 - 13:45	92	7	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	105	467
13:45 - 14:00	96	10	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	110	461
14:00 - 14:15	104	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	116	449
14:15 - 14:30	99	11	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	114	445
14:30 - 14:45	100	7	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	111	451
14:45 - 15:00	94	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	448
15:00 - 15:15	92	6	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	103	435
15:15 - 15:30	81	8	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	97	418
15:30 - 15:45	85	8	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	99	406
15:45 - 16:00	93	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	103	402
16:00 - 16:15	94	9	2	2	1	0	1	0	0	1	0	0	110	409
16:15 - 16:30	97	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	420
16:30 - 16:45	93	10	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	108	429
16:45 - 17:00	94	8	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	106	432
17:00 - 17:15	98	9	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	111	433
17:15 - 17:30	93	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	101	426
17:30 - 17:45	85	10	2	3	2	1	1	0	0	0	0	0	104	422
17:45 - 18:00	95	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	107	423
<b>TOTAL</b>	<b>4589</b>	<b>411</b>	<b>80</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>4</b>		<b>5232</b>		
			<b>232</b>											
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>488</b>												



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



**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE  
ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ELABORADO POR:**

ANA NÚÑEZ ORTIZ

**FECHA:**

Jueves 20 de Septiembre del 2018

HORA	TIPOS DE VEHÍCULOS										TOTAL	ACUMULA DO POR HORA	
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS										
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3			
6:00 - 6:15	96	8	4	2	2	0	0	0	0	0	0	112	
6:15 - 6:30	125	11	4	2	1	0	0	0	0	0	0	143	
6:30 - 6:45	119	11	2	1	3	0	0	0	0	0	0	136	
6:45 - 7:00	103	7	2	2	3	0	0	0	0	0	0	117	508
7:00 - 7:15	114	6	4	3	3	1	0	0	0	0	0	131	527
7:15 - 7:30	102	13	2	3	3	0	1	0	1	0	0	125	509
7:30 - 7:45	105	10	3	2	1	0	0	1	0	0	0	122	495
7:45 - 8:00	108	10	4	2	2	1	0	0	0	0	0	127	505
8:00 - 8:15	107	8	3	3	1	0	0	0	0	1	0	123	497
8:15 - 8:30	103	10	2	2	1	0	0	0	0	0	0	118	490
8:30 - 8:45	130	6	3	3	0	1	0	0	0	0	0	143	511
8:45 - 9:00	140	13	1	3	1	0	0	0	0	0	0	158	542
9:00 - 9:15	123	9	2	3	3	1	0	0	1	0	0	142	561
9:15 - 9:30	113	8	4	3	2	0	0	0	0	0	0	130	573
9:30 - 9:45	120	11	3	2	2	1	0	0	0	1	0	140	570
9:45 - 10:00	138	11	3	3	2	0	0	0	0	0	0	157	569
10:00 - 10:15	117	7	2	2	2	1	0	0	0	0	0	131	558
10:15 - 10:30	124	8	3	1	2	0	1	0	0	0	0	139	567
10:30 - 10:45	137	11	3	2	1	1	0	0	1	1	0	157	584
10:45 - 11:00	124	10	2	2	1	1	0	0	0	0	0	140	567
11:00 - 11:15	117	9	3	3	2	0	0	0	0	0	0	134	570
11:15 - 11:30	118	12	2	3	4	0	0	1	0	0	0	140	571
11:30 - 11:45	131	9	2	0	2	1	0	0	0	0	0	145	559
11:45 - 12:00	125	8	2	2	2	0	0	0	0	0	0	139	558
12:00 - 12:15	136	10	2	1	2	1	0	0	0	0	0	152	576
12:15 - 12:30	120	10	4	1	1	1	0	0	0	0	0	137	573
12:30 - 12:45	129	10	3	3	2	0	0	0	1	0	0	148	576
12:45 - 13:00	130	7	3	3	1	0	1	0	0	0	0	145	582
13:00 - 13:15	147	9	1	1	0	2	0	0	0	0	0	160	590
13:15 - 13:30	141	8	4	1	1	0	0	0	0	1	0	156	609
13:30 - 13:45	149	8	3	1	1	0	1	0	0	0	0	163	624
13:45 - 14:00	122	9	3	2	2	1	0	0	0	0	0	139	618
14:00 - 14:15	112	10	4	3	1	0	0	0	0	0	0	130	588
14:15 - 14:30	108	9	3	4	1	0	0	0	0	0	0	125	557
14:30 - 14:45	114	11	1	1	3	0	0	1	1	0	0	132	526
14:45 - 15:00	132	10	3	3	1	0	0	0	0	0	0	149	536
15:00 - 15:15	134	7	3	3	1	0	0	0	0	0	0	148	554
15:15 - 15:30	122	7	2	2	2	1	0	0	0	0	0	136	565
15:30 - 15:45	120	11	3	1	1	0	0	0	0	1	0	137	570
15:45 - 16:00	130	11	1	2	2	1	0	0	0	0	0	147	568
16:00 - 16:15	125	8	3	4	1	0	0	0	0	0	0	141	561
16:15 - 16:30	117	9	2	1	1	0	1	1	0	0	0	132	557
16:30 - 16:45	117	11	3	1	2	1	0	0	0	0	0	135	555
16:45 - 17:00	113	8	4	4	2	0	0	0	0	0	0	131	539
17:00 - 17:15	122	11	2	3	0	0	0	0	0	0	0	138	536
17:15 - 17:30	123	8	0	3	2	0	0	0	0	1	0	137	541
17:30 - 17:45	130	8	3	3	3	1	0	0	0	0	0	148	554
17:45 - 18:00	123	9	3	3	2	0	0	0	0	0	0	140	563
<b>TOTAL</b>	<b>5855</b>	<b>445</b>	<b>128</b>	<b>108</b>	<b>81</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6655</b>		
			<b>355</b>										
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>624</b>											



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



**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE  
ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ELABORADO POR:**

ANA NÚÑEZ ORTIZ

**FECHA:**

Viernes 21 de Septiembre del 2018

HORA	TIPOS DE VEHÍCULOS											TOTAL	ACUMULA DO POR HORA
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS										
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3			
6:00 - 6:15	82	7	3	3	1	0	0	0	0	0	0	96	
6:15 - 6:30	87	7	2	4	3	0	0	0	0	0	0	103	
6:30 - 6:45	81	10	2	2	1	0	0	0	0	0	0	96	
6:45 - 7:00	84	10	3	1	2	0	0	0	1	0	0	101	396
7:00 - 7:15	110	7	2	3	4	0	0	0	0	0	0	126	426
7:15 - 7:30	97	7	4	2	1	0	1	0	0	0	0	112	435
7:30 - 7:45	104	6	2	4	1	1	0	0	0	0	0	118	457
7:45 - 8:00	109	7	2	2	2	0	0	0	0	1	0	123	479
8:00 - 8:15	104	7	3	4	2	0	1	1	0	0	0	122	475
8:15 - 8:30	98	8	1	1	1	0	0	0	0	0	0	109	472
8:30 - 8:45	103	5	1	3	2	0	0	0	0	0	0	114	468
8:45 - 9:00	96	9	1	3	2	0	0	0	0	1	0	112	457
9:00 - 9:15	116	10	3	1	3	2	2	0	0	0	0	137	472
9:15 - 9:30	105	5	3	2	3	0	0	0	0	0	0	118	481
9:30 - 9:45	89	8	2	0	6	0	0	0	1	0	0	106	473
9:45 - 10:00	93	6	4	2	4	0	0	0	0	0	0	109	470
10:00 - 10:15	93	7	2	3	3	1	0	0	0	0	0	109	442
10:15 - 10:30	86	7	3	2	1	0	0	0	0	1	0	100	424
10:30 - 10:45	99	8	1	4	2	0	1	1	0	0	0	116	434
10:45 - 11:00	93	9	5	3	2	1	0	0	0	0	0	113	438
11:00 - 11:15	87	6	6	1	3	0	0	0	0	0	0	103	432
11:15 - 11:30	98	8	3	4	4	0	0	0	0	0	0	117	449
11:30 - 11:45	98	7	1	1	2	0	0	0	0	0	0	109	442
11:45 - 12:00	92	7	3	1	1	1	0	1	0	1	0	107	436
12:00 - 12:15	95	8	5	2	1	0	0	0	0	0	0	111	444
12:15 - 12:30	87	6	5	2	1	0	0	0	0	0	0	101	428
12:30 - 12:45	118	8	2	4	3	0	0	0	0	0	0	135	454
12:45 - 13:00	110	7	3	1	2	0	0	0	0	0	0	123	470
13:00 - 13:15	108	8	4	1	1	0	0	0	0	0	0	122	481
13:15 - 13:30	99	6	2	2	3	0	1	0	1	0	0	114	494
13:30 - 13:45	110	8	3	2	2	0	0	0	0	0	0	125	484
13:45 - 14:00	117	7	5	2	1	1	0	0	0	1	0	134	495
14:00 - 14:15	114	6	5	2	3	0	0	0	0	0	0	130	503
14:15 - 14:30	105	8	3	2	5	0	0	0	0	0	0	123	512
14:30 - 14:45	102	8	2	4	1	1	0	0	0	0	0	118	505
14:45 - 15:00	103	5	1	2	3	0	0	1	0	0	0	115	486
15:00 - 15:15	99	12	4	1	3	0	0	0	0	0	0	119	475
15:15 - 15:30	90	7	2	1	2	0	0	0	0	0	0	102	454
15:30 - 15:45	85	6	1	3	4	1	1	0	0	1	0	102	438
15:45 - 16:00	99	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	112	435
16:00 - 16:15	94	8	0	2	4	0	0	0	0	0	0	108	424
16:15 - 16:30	97	7	2	2	3	0	0	0	0	0	0	111	433
16:30 - 16:45	89	6	2	1	1	1	0	0	0	0	0	100	431
16:45 - 17:00	89	7	2	1	4	0	0	0	0	1	0	104	423
17:00 - 17:15	100	8	0	4	2	0	0	0	0	0	0	114	429
17:15 - 17:30	108	8	4	4	3	0	0	0	0	0	0	127	445
17:30 - 17:45	106	7	2	2	1	0	0	0	0	0	0	118	463
17:45 - 18:00	107	7	1	2	2	1	0	1	0	0	0	121	480
<b>TOTAL</b>	<b>4735</b>	<b>354</b>	<b>125</b>	<b>107</b>	<b>111</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>5465</b>		
			<b>376</b>										
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>512</b>											



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



**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE  
ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ELABORADO POR:**

ANA NÚÑEZ ORTIZ

**FECHA:**

Sábado 22 de Septiembre del 2018

HORA	TIPO DE VEHÍCULOS											TOTAL	ACUMULA DO POR HORA
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS										
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3			
6:00 - 6:15	61	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	68	
6:15 - 6:30	59	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	65	
6:30 - 6:45	42	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	50	
6:45 - 7:00	62	7	3	1	2	0	0	0	0	0	0	75	258
7:00 - 7:15	62	5	3	1	2	0	0	0	0	0	0	73	263
7:15 - 7:30	66	7	4	1	3	2	0	0	0	0	0	83	281
7:30 - 7:45	76	5	2	3	0	0	1	0	0	0	0	87	318
7:45 - 8:00	85	4	2	0	3	0	0	0	0	0	0	94	337
8:00 - 8:15	83	7	2	1	1	1	0	0	0	0	0	95	359
8:15 - 8:30	92	6	3	3	3	0	0	0	0	0	0	107	383
8:30 - 8:45	94	5	3	0	2	0	0	0	0	0	0	104	400
8:45 - 9:00	97	7	2	1	1	1	0	0	0	0	0	109	415
9:00 - 9:15	112	6	0	1	1	0	0	0	0	0	0	120	440
9:15 - 9:30	110	4	1	1	1	0	1	0	0	0	0	118	451
9:30 - 9:45	106	6	3	0	2	1	0	0	0	0	0	118	465
9:45 - 10:00	107	5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	117	473
10:00 - 10:15	115	5	2	1	1	1	0	0	0	0	0	125	478
10:15 - 10:30	104	4	7	0	3	0	0	0	0	0	0	118	478
10:30 - 10:45	110	7	7	2	5	2	1	0	0	0	0	134	494
10:45 - 11:00	102	6	6	1	4	0	1	0	1	0	0	121	498
11:00 - 11:15	103	5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	113	486
11:15 - 11:30	102	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	111	479
11:30 - 11:45	107	4	1	1	1	1	0	1	0	0	0	116	461
11:45 - 12:00	107	6	4	0	2	0	0	0	0	0	0	119	459
12:00 - 12:15	119	7	2	1	1	0	0	0	0	0	0	130	476
12:15 - 12:30	112	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	122	487
12:30 - 12:45	109	8	0	2	2	0	0	0	0	0	0	121	492
12:45 - 13:00	107	4	3	1	3	0	1	0	0	0	0	119	492
13:00 - 13:15	109	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	118	480
13:15 - 13:30	118	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	125	483
13:30 - 13:45	104	7	3	3	3	1	0	0	1	0	0	122	484
13:45 - 14:00	109	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	116	481
14:00 - 14:15	111	5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	120	483
14:15 - 14:30	107	5	3	1	3	0	0	0	0	0	0	119	477
14:30 - 14:45	106	5	0	1	1	1	0	0	0	0	0	114	469
14:45 - 15:00	118	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	126	479
15:00 - 15:15	115	4	4	1	2	0	0	0	0	0	0	126	485
15:15 - 15:30	112	5	3	0	3	0	0	0	0	0	0	123	489
15:30 - 15:45	111	8	3	3	0	0	0	0	0	1	0	126	501
15:45 - 16:00	122	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	129	504
16:00 - 16:15	121	5	2	1	0	0	1	0	0	0	0	130	508
16:15 - 16:30	86	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	95	480
16:30 - 16:45	80	4	1	1	1	0	0	1	0	0	0	88	442
16:45 - 17:00	89	6	1	2	2	1	0	0	0	0	0	101	414
17:00 - 17:15	93	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	101	385
17:15 - 17:30	80	5	0	2	2	0	1	0	0	0	0	90	380
17:30 - 17:45	76	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	84	376
17:45 - 18:00	90	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	97	372
<b>TOTAL</b>	<b>4668</b>	<b>256</b>	<b>104</b>	<b>54</b>	<b>75</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>5182</b>		
			<b>258</b>										
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>508</b>											



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



**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA  
ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE  
ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ELABORADO POR:**

ANA NÚÑEZ ORTIZ

**FECHA:**

Domingo 23 de Septiembre del 2018

HORA	TIPO DE VEHÍCULOS											TOTAL	ACUMULA DO POR HORA
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS										
			2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	4- O	2S3	3S3			
6:00 - 6:15	58	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	63	
6:15 - 6:30	57	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	64	
6:30 - 6:45	55	5	2	1	0	1	0	0	0	0	0	64	
6:45 - 7:00	59	4	4	3	3	1	0	0	0	0	0	74	265
7:00 - 7:15	62	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	71	273
7:15 - 7:30	62	5	3	0	1	2	1	0	0	0	0	74	283
7:30 - 7:45	61	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	71	290
7:45 - 8:00	60	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	70	286
8:00 - 8:15	65	5	3	1	1	1	0	0	0	0	0	76	291
8:15 - 8:30	62	5	4	0	1	0	1	0	0	0	0	73	290
8:30 - 8:45	72	4	3	2	1	0	0	0	0	1	0	83	302
8:45 - 9:00	70	5	2	0	0	1	0	0	0	0	0	78	310
9:00 - 9:15	83	4	2	1	3	1	1	0	0	0	0	95	329
9:15 - 9:30	79	5	4	0	1	0	0	0	0	0	0	89	345
9:30 - 9:45	86	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	94	356
9:45 - 10:00	66	6	2	3	1	0	0	0	0	0	0	78	356
10:00 - 10:15	64	4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	73	334
10:15 - 10:30	67	5	1	0	1	0	0	0	0	1	0	75	320
10:30 - 10:45	72	4	3	2	2	1	0	0	0	0	0	84	310
10:45 - 11:00	78	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	87	319
11:00 - 11:15	88	5	3	0	2	0	2	0	0	0	0	100	346
11:15 - 11:30	84	5	2	2	3	0	0	0	0	0	0	96	367
11:30 - 11:45	82	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	89	372
11:45 - 12:00	77	4	4	1	1	1	0	0	0	0	0	88	373
12:00 - 12:15	70	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	80	353
12:15 - 12:30	59	5	0	1	2	1	0	0	0	0	0	68	325
12:30 - 12:45	60	5	3	1	1	1	0	0	0	0	0	71	307
12:45 - 13:00	64	4	3	1	1	1	0	0	1	0	0	75	294
13:00 - 13:15	56	6	1	2	2	1	0	0	0	0	0	68	282
13:15 - 13:30	57	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	64	278
13:30 - 13:45	65	5	4	0	2	0	1	0	0	0	0	77	284
13:45 - 14:00	75	5	1	1	0	1	0	0	0	0	0	83	292
14:00 - 14:15	79	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	87	311
14:15 - 14:30	76	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	85	332
14:30 - 14:45	60	5	2	1	1	1	1	0	0	0	0	71	326
14:45 - 15:00	55	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	61	304
15:00 - 15:15	55	5	3	1	2	2	0	0	0	0	0	68	285
15:15 - 15:30	59	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	69	269
15:30 - 15:45	64	4	2	0	0	2	0	0	0	0	0	72	270
15:45 - 16:00	61	5	3	0	2	1	0	0	0	0	0	72	281
16:00 - 16:15	63	5	5	1	0	1	2	0	0	0	0	77	290
16:15 - 16:30	57	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	66	287
16:30 - 16:45	59	5	2	1	1	0	0	0	0	0	0	68	283
16:45 - 17:00	60	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	70	281
17:00 - 17:15	63	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	72	276
17:15 - 17:30	57	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	67	277
17:30 - 17:45	59	4	1	1	1	2	1	0	0	0	0	69	278
17:45 - 18:00	51	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	59	267
<b>TOTAL</b>	<b>3153</b>	<b>226</b>	<b>119</b>	<b>42</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3628</b>		
			<b>249</b>										
<b>VALOR MÁXIMO</b>		<b>373</b>											

## 2.2 DATOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

### 2.2.1 SUB RASANTE

#### 2.2.1.1 Granulometría

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS				
Normas:	ASTM:	D 421-58 Y D 422-63		
	AASHTO:	T-87-70 Y T-88-70		
PROYECTO:	"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			
ABSCISA:	km 0+920	PROFUNDIDAD:	1.00 m	
MUESTRA:	1	FECHA:	06/08/2018	
<b>1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS</b>				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.530	0.00	0.00	100.00
N 4	4.760	6.80	0.68	99.32
PASA N 4			0.00	
N 10	2.000	22.91	2.29	97.03
N 40	0.420	78.71	7.87	91.45
N100	0.149	297.68	29.77	69.55
N200	0.074	470.00	47.00	52.32
PASA N200		123.90	12.39	
TOTAL		1000.00		
Peso ant lavado	100.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		123.90
<b>2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA</b>				
<p style="text-align: center;">GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA</p>				
<b>3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO</b>				
D10 en mm	0.03	Cc	D60 / D10	3.3
D30 en mm	0.04	Cu	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0.53
D60 en mm	0.10	TNM	en mm	1.0
<b>4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO</b>				
SISTEMAS	VISUAL			
	AASHTO			
	SUCS			
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.		REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira		

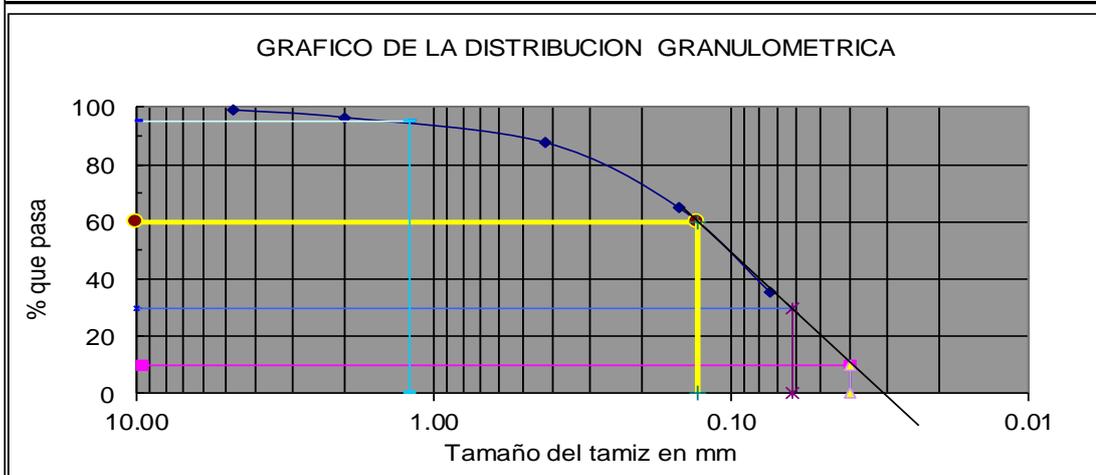
**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Normas: ASTM: D 421-58 Y D 422-63  
AASHTO: T-87-70 Y T-88-70  
**PROYECTO:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"  
**ABSCISA:** km 2+360  
**MUESTRA:** 2  
**PROFUNDIDAD:** 1.00 m  
**FECHA:** 06/08/2018

**1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS**

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.530	0.00	0.00	100.00
N 4	4.760	8.60	0.86	99.14
PASA N 4				
N 10	2.000	26.40	2.64	96.50
N 40	0.420	114.90	11.49	87.65
N100	0.149	344.10	34.41	64.73
N200	0.074	636.60	63.66	35.48
PASA N200		363.40	36.34	
TOTAL		1000.00		
Peso ant lavado	1000.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		363.40

**2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA**



**3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO**

D10 en mm	0.04	Cc	D60 / D10	3.3
D30 en mm	0.06	Cu	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0.7
D60 en mm	0.13	TNM	en mm	1.2

**4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO**

SISTEMAS	VISUAL		
	AASHTO		
	SUCS		

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

## 2.2.1.2 Límites de Atterberg

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG							
<b>PROYECTO:</b>		"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	km 0+920	<b>PROFUNDIDAD:</b>		1.0 m			
<b>MUESTRA:</b>	1	<b>FECHA:</b>		07/08/2018			
<b>NORMAS:</b>	ASTM-D- 424-71	AASHTO-T-90-70	<b>INEN:691</b>				
<b>1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%</b>							
Recipiente número		<b>1J</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>67</b>	<b>62</b>
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+re</b>	22.20	24.40	21.50	22.00	23.10	22.80
Peso seco + recipiente	<b>Ws+re</b>	19.90	21.70	19.20	19.70	20.80	20.80
Peso recipiente	<b>rec</b>	11.70	11.20	11.20	11.60	11.50	11.50
Peso del agua	<b>Ww</b>	2.30	2.70	2.30	2.30	2.30	2.00
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	8.20	10.50	8.00	8.10	9.30	9.30
Contenido de humedad	<b>w</b>	28.05	25.71	28.75	28.40	24.73	21.51
Contenido de humedad promedio	<b>w'</b>	26.88		28.57		23.12	
Número de golpes		36.00		22.00		16.00	
<b>2 Determinación Gráfica</b>							
<b>1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%</b>							
Recipiente número		<b>22</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>13</b>	<b>78</b>
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+re</b>	8.6	7.2	8.4	8.5	8.3	8.8
Peso seco + recipiente	<b>Ws+re</b>	8.4	6.9	8.1	8.3	7.9	8.6
Peso recipiente	<b>rec</b>	7.40	6.00	7.30	7.40	6.20	7.40
Peso del agua	<b>Ww</b>	0.20	0.30	0.30	0.20	0.40	0.20
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	1.00	0.90	0.80	0.90	1.70	1.20
Contenido de humedad	<b>w</b>	20.00	33.33	37.50	22.22	23.53	16.67
Contenido de humedad promedio	<b>w'</b>	25.54					
<b>LIMITE LIQUIDO LI%</b>		26.20					
<b>LIMITE PLASTICO Lp%</b>		25.54					
<b>INDICE DE PLASTICIDAD Ip%</b>		0.66					
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>							
<b>CLASIFICACION SUCS</b>							
<b>3 DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO</b>							
<b>REALIZADO POR:</b> Ana G. Núñez O.				<b>REVISADO POR:</b> MSc. Ing. Fricson Moreira			

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG**

**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ABSCISA:** km 2+360  
**MUESTRA:** 2

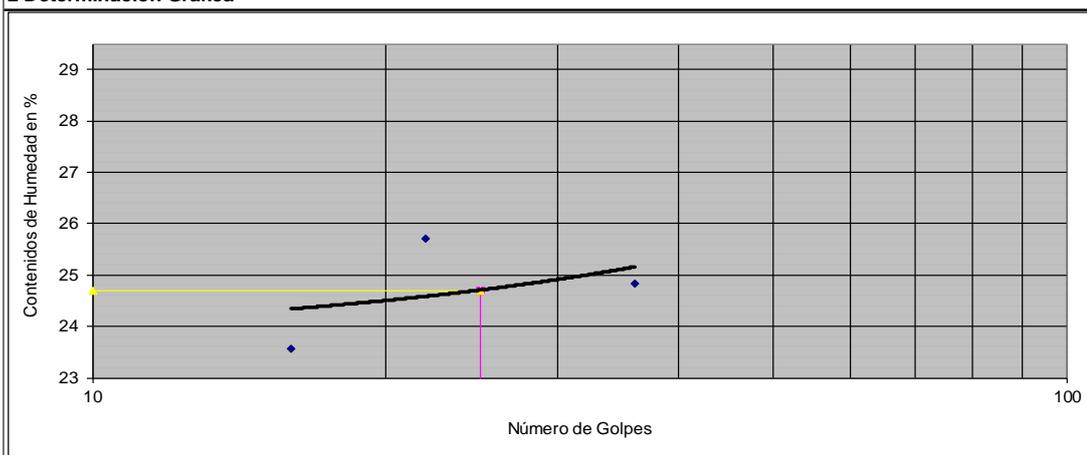
**PROFUNDIDAD:** 1.0 m  
**FECHA:** 07/08/2018

**NORMAS:** ASTM-D- 424-71 AASHTO-T-90-70 INEN:691

**1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%**

Recipiente número	1J	10	35	6	67	62		
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	21.20	25.40	22.50	23.00	22.10	23.80		
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	18.90	22.70	20.20	20.70	19.80	21.80		
Peso recipiente <b>rec</b>	10.70	10.20	10.20	12.60	11.50	11.50		
Peso del agua <b>Ww</b>	2.30	2.70	2.30	2.30	2.30	2.00		
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	8.20	12.50	10.00	8.10	8.30	10.30		
Contenido de humedad <b>w</b>	28.05	21.60	23.00	28.40	27.71	19.42		
Contenido de humedad promedio <b>w'</b>	24.82		25.70		23.56			
Número de golpes	36.00		22.00		16.00			

**2 Determinación Gráfica**



**1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%**

Recipiente número	22	41	35	47	13	78
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	8.5	7.3	8.3	8.5	8.2	8.7
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	8.4	6.9	8.1	8.3	7.9	8.5
Peso recipiente <b>rec</b>	7.40	6.00	7.30	7.40	6.20	7.40
Peso del agua <b>Ww</b>	0.10	0.40	0.20	0.20	0.30	0.20
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	1.00	0.90	0.80	0.90	1.70	1.10
Contenido de humedad <b>w</b>	10.00	44.44	25.00	22.22	17.65	18.18
Contenido de humedad promedio <b>w'</b>	<b>22.92</b>					

<b>LÍMITE LÍQUIDO LI%</b>	24.70
<b>LÍMITE PLÁSTICO Lp%</b>	22.92
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD Ip%</b>	1.78
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>	
<b>CLASIFICACION SUCS</b>	

<b>SERIES DE NUMERO DE GOLPES</b>			
X1	25	Y1	0
X2	25	Y2	24.7
<b>SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD</b>			
X1	10	Y1	24.7
X2	25	Y2	24.7

**3 DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO**

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

### 2.2.1.3 Ensayo de compactación

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO																			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA																			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS																			
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"																			
<b>ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO</b>																			
<b>DETERMINACION DE LA MAXIMA DENSIDAD Y OPTIMA HUMEDAD</b>																			
<b>ABSCISA:</b>	km 0+920				<b>PROFUNDIDAD:</b>	1.0 m													
<b>MUESTRA:</b>	1				<b>FECHA:</b>	08/08/2018													
<b>ESPECIFICACIONES</b>																			
Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	3770	gramos													
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	944.00	cm <sup>3</sup>													
<b>Energía de Compactación</b>		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180	ASTM		INEN													
<b>Peso inicial deseado</b>																			
<b>1 Proceso de compactación de laboratorio</b>																			
Ensayo número	A		B		C		D												
Humedad inicial añadida en %	0%		4%		8%		12%												
Agua Aumentada en cc	0.00		80.00		160.00		240.00												
Peso del molde + suelo húmedo en gr	5413.20		5540.00		5650.00		5648.20												
Peso del suelo húmedo en gr	1643.20		1770.00		1880.00		1878.20												
Densidad Humeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.741		1.875		1.992		1.990												
<b>2 Determinación de los contenidos de humedad</b>																			
Recipiente número	7	9	17	18	21	24	28	32											
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	109.15	130.27	88.41	125.65	100.1	130.57	117.11	125.65											
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	105.11	125.8	83.6	119.5	92.8	119.85	105.2	114.5											
Peso recipiente <b>rec</b>	31.55	48.4	26.9	47.17	32.28	31.55	33.03	46.41											
Peso del agua <b>Ww</b>	4.04	4.47	4.81	6.15	7.28	10.72	11.91	11.15											
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	73.56	77.40	56.70	72.33	60.56	88.30	72.17	68.09											
Contenido de humedad <b>w<sup>o</sup></b>	5.49	5.78	8.48	8.50	12.02	12.14	16.50	16.38											
Contenido de humedad promedio <b>w<sup>f</sup></b>	5.63		8.49		12.08		16.44												
Densidad Seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.648		1.728		1.777		1.709												
<b>3 Determinación gráfica de la máxima densidad y óptima humedad</b>																			
$y = -0.0031x^2 + 0.0753x + 1.3209$ <b>CURVA DE MAXIMA DENSIDAD Y OPTIMA HUMEDAD</b>																			
							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DENSIDAD MAXIMA</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>1.770 gr/cm<sup>3</sup></b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">serie x</td> <td style="text-align: center;">serie y</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12.00</td> <td style="text-align: center;">1.770</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12.00</td> <td style="text-align: center;">0.000</td> </tr> </table>			DENSIDAD MAXIMA		<b>1.770 gr/cm<sup>3</sup></b>		serie x	serie y	12.00	1.770	12.00	0.000
DENSIDAD MAXIMA																			
<b>1.770 gr/cm<sup>3</sup></b>																			
serie x	serie y																		
12.00	1.770																		
12.00	0.000																		
							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">HUMEDAD OPTIMA</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>12.00 %</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">serie x</td> <td style="text-align: center;">serie y</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12.00</td> <td style="text-align: center;">1.770</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">1.770</td> </tr> </table>			HUMEDAD OPTIMA		<b>12.00 %</b>		serie x	serie y	12.00	1.770	0.00	1.770
HUMEDAD OPTIMA																			
<b>12.00 %</b>																			
serie x	serie y																		
12.00	1.770																		
0.00	1.770																		
<b>4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD</b>																			
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.					REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira														



## 2.2.1.4 Ensayos de CBR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" <b>ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR</b> <b>CALIFORNIA BEARING RATIO</b>						
ABSCISA: km 0+920			PROFUNDIDAD: 1.0 m			
MUESTRA: 1			FECHA: 10/08/2018			
PROFUNDIDAD BAJO LA RASANTE:						
<b>1.- MOLDES PARA SATURACION</b>						
MOLDE #	J-1		M-3		J-3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10135.2	10505.4	10106.1	10539.8	9522.1	10142.4
PESO MOLDE	5864.5	5864.5	5965.4	5965.4	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA	4270.7	4640.9	4140.7	4574.4	3747.1	4367.4
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2082	2082	2082	2082	2082	2082
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.051	2.229	1.989	2.197	1.800	2.098
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.842	1.842	1.789	1.789	1.623	1.623
DENSIDA SECA PORMEDIO	1.842		1.789		1.623	
<b>2.- DETERMINACION DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>						
TARRO #	51	58	65	67	35	38
Wm +TARRO (gr)	103.3	194	127.03	193.93	106.04	130.04
PESO MUESTRA SECA+TARRO	95.5	169.87	117.49	168.38	98.71	111.17
PESO AGUA (gr)	7.8	24.13	9.54	25.55	7.33	18.87
PESO TARRO	26.89	41.95	32.19	46.3	31.57	33.02
PESO MUESTRA SECA (gr)	68.61	127.92	85.3	122.08	67.14	78.15
CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.37	18.86	11.18	20.93	10.92	24.15
AGUA ABSORBIDA %		7.49		9.74		13.23
OBSERVACIONES:						
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.			REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira			

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CATEDRA DE MECANICA DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR**  
**CALIFORNIA BEARING RATIO**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE  
 RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
 PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ABSCISA:** km 0+920

**PROFUNDIDAD:** 1.0 m

**MUESTRA 1**

**FECHA:** 10/08/2018

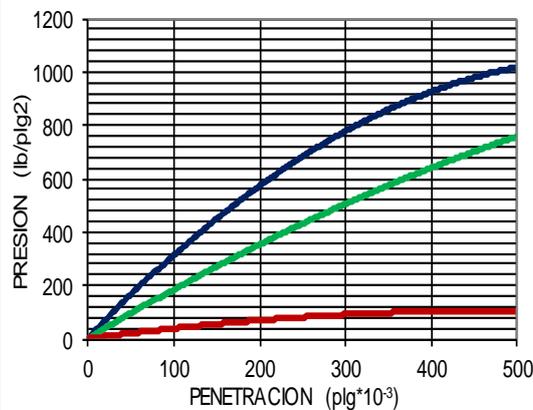
**PROFUNDIDAD BAJO LA RASANTE:**

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

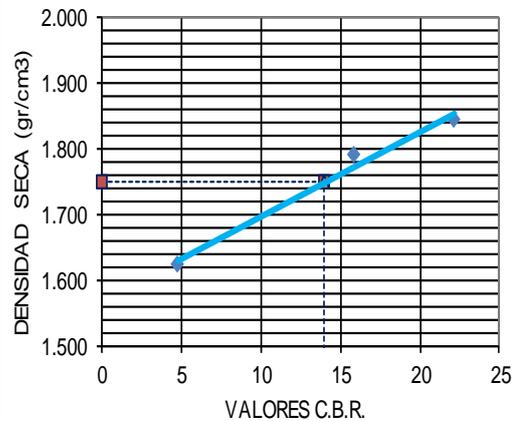
ANILLO 1-A MAIER    CONSTANTE DEL ANILLO: 11.40 lb/plg<sup>-3</sup>    AREA DEL PISTON: 3 plg<sup>2</sup>

MOLDE NUMERO		1-C					2-C					3-C				
TIEMPO		PNTRAC Plgs * 10 <sup>3</sup>	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR		
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG		LEIDA	CORG
			DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%		
		0	0.0	0		0.0	0		0.0	0		0.0	0			
0	30	25	64.5	47.4		45.0	33.1		30.6	22.5						
1	30	50	95.5	70.2		86.0	63.2		46.9	34.5						
1	30	75	120.2	88.3		110.0	80.8		57.1	41.9						
2	30	100	301.5	221.5	221.5	22.2	215.0	158.0	158.0	15.8	65.0	47.8	47.8	4.8		
3	60	150	701.5	515.4		350.5	257.5		80.8	59.4						
4	60	200	867.7	637.5		459.2	337.4		89.6	65.8						
5	60	250	1002.8	736.7		625.2	459.3		101.9	74.9						
6	60	300	1112.2	817.1		769.8	565.5		112.6	82.7						
8	120	400	1209.2	888.4		887.5	652.0		132.6	97.4						
10	120	500	1370.6	1006.9	1006.9	67.1	992.8	729.4	729.4	48.6	154.7	113.7	113.7	7.58		

**PRESION-PENETRACION**



**DENSIDAD SECA-CBR**



95% de la Máxima densidad

**1.750** gr/cm3

Serie X

0 14 14 14

CBR

**14** %

Serie Y

1.750 1.750 0.000 1.750

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA  
 CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km  
 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR**  
**CALIFORNIA BEARING RATIO**

**ABSCISA:** km 2+360

**PROFUNDIDAD:** 1.0 m

**MUESTRA:** 2

**FECHA:** 10/08/2018

PROFUNDIDAD BAJO LA RASANTE:

**1.- MOLDES PARA SATURACION**

MOLDE #	J-1		M-3		J-3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>
Wm+MOLDE (gr)	10613.5	10925.2	10357.2	10713.2	10152.2	10535.1
PESO MOLDE	6412.2	6412.2	6385.4	6385.4	6389.8	6389.8
PESO MUESTRA HUMEDA	4201.3	4513	3971.8	4327.8	3762.4	4145.3
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2082	2082	2082	2082	2082	2082
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.018	2.168	1.908	2.079	1.807	1.991
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.784	1.677	1.677	1.590	1.590
DENSIDA SECA PORMEDIO	1.784		1.677		1.590	

**2.- DETERMINACION DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

TARRO #	51	58	65	67	35	38
Wm +TARRO (gr)	168.54	120.85	182.54	121.12	192.9	121.76
PESO MUESTRA SECA+TARRO	152.12	105.61	166.15	106.51	175.41	103.21
PESO AGUA (gr)	16.42	15.24	16.39	14.61	17.49	18.55
PESO TARRO	26.89	32.19	47.11	46.3	47.21	32.18
PESO MUESTRA SECA (gr)	125.23	73.42	119.04	60.21	128.2	71.03
CONTENIDO DE HUMEDAD %	13.11	20.76	13.77	24.27	13.64	26.12
AGUA ABSORBIDA %		7.65		10.50		12.47

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CATEDRA DE MECANICA DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR**  
**CALIFORNIA BEARING RATIO**

"IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ABSCISA:** km 2+360

**PROFUNDIDAD:** 1.0 m

**MUESTRA 1**

**FECHA:** 10/08/2018

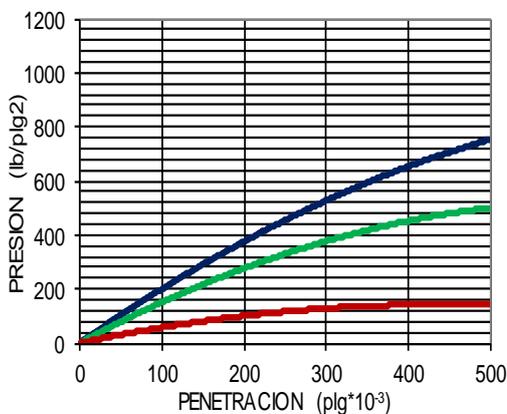
PROFUNDIDAD BAJO LA RASANTE:

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

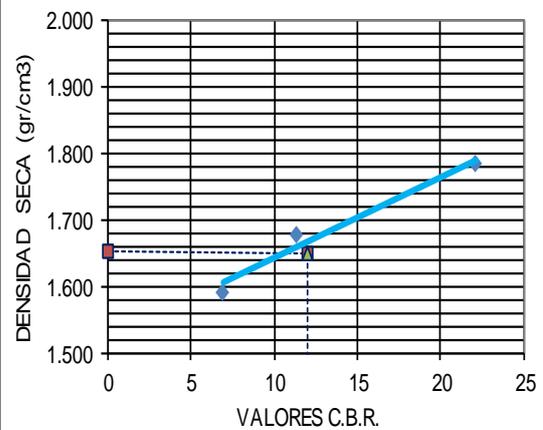
ANILLO 1-A MAIER    CONSTANTE DEL ANILLO: 11.40 lb/plg<sup>-3</sup>    AREA DEL PISTON: 3 plg<sup>2</sup>

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PNTRAC Plgs * 10 <sup>-3</sup>	Q		CBR	Q		CBR	Q		CBR	Q		CBR
MIN	SEG		LECT	PRESIONES		LECT	PRESIONES		LECT	PRESIONES		LECT	PRESIONES	
			DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%
		0	0.0	0		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0	30	25	64.0	47.0		54.5	40.0		34.5	25.3				
1	30	50	98.5	72.4		85.5	62.8		60.5	44.4				
1	30	75	150.5	110.6		128.5	94.4		76.7	56.3				
2	30	100	300.9	221.1	221.1	<b>22.1</b>	154.5	113.5	113.5	<b>11.4</b>	94.3	69.3	<b>69.3</b>	<b>6.9</b>
3	60	150	354.8	260.7		254.5	187.0		114.3	84.0				
4	60	200	458.5	336.8		405.5	297.9		134.4	98.7				
5	60	250	654.5	480.8		488.9	359.2		148.0	108.7				
6	60	300	786.5	577.8		535.2	393.2		160.3	117.8				
8	120	400	894.0	656.8		605.8	445.1		183.5	134.8				
10	120	500	1000.5	735.0	735.0	<b>49.0</b>	670.6	492.7	492.7	<b>32.8</b>	202.6	148.8	148.8	<b>9.92</b>

**PRESION-PENETRACION**



**DENSIDAD SECA-CBR**



95% de la Máxima densidad

**1.653 gr/cm<sup>3</sup>**

Serie X

0 12

12 12

CBR

**12 %**

Serie Y

1.653 1.650

0.000 1.650

## 2.2.2 SUB BASE

### 2.2.2.1 Granulometría

<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>				
Normas:	ASTM: D 421-58 Y D 422-63 AASHTO: T-87-70 Y T-88-70			
<b>PROYECTO:</b>	"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			
<b>ABSCISA:</b>	km 0+920	<b>FECHA:</b>	13/08/2018	
<b>MUESTRA:</b>	1			
<b>1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS</b>				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.800	610.00	6.10	93.90
1 1/2"	38.100	1092.40	10.92	89.08
1"	25.400	1843.80	18.44	81.56
3/4"	19.050	2294.20	22.94	77.06
1/2"	12.700	2716.90	27.17	72.83
3/8"	9.530	3310.80	33.11	66.89
N 4	4.760	4136.20	41.36	58.64
PASA N 4		5863.80	58.64	
N 10	2.000	119.50	7.01	51.63
N 40	0.420	370.80	21.74	36.90
N100	0.149	628.30	36.84	21.80
N200	0.074	824.90	48.37	10.27
PASA N200		180.70	10.60	
TOTAL		10000.00		
Peso ant lavado	1000.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		180.70
<b>2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA</b>				
<div style="text-align: center;"> <p>GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA</p> </div>				
<b>3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO</b>				
D10 en mm	0.08	Cc	D60 / D10	66.7
D30 en mm	0.25	Cu	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0.17
D60 en mm	5.00	TNM	en mm	52.0
<b>4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO</b>				
SISTEMAS	VISUAL			
	AASHTO			
	SUCS			
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.		REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira		

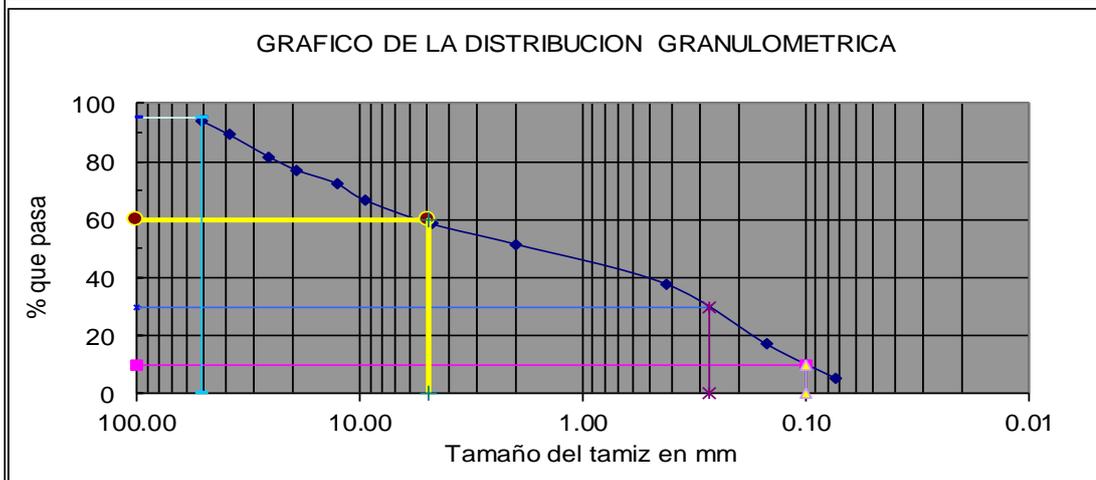
**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Normas: ASTM: D 421-58 Y D 422-63  
AASHTO: T-87-70 Y T-88-70  
**PROYECTO:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"  
**ABSCISA:** km 2+360  
**MUESTRA:** 2 **FECHA:** 13/08/2018

**1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS**

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.800	598.50	5.99	94.02
1 1/2"	38.100	1079.00	10.79	89.21
1"	25.400	1833.20	18.33	81.67
3/4"	19.050	2294.00	22.94	77.06
1/2"	12.700	2742.30	27.42	72.58
3/8"	9.530	3310.80	33.11	66.89
N 4	4.760	4136.20	41.36	58.64
PASA N 4		5863.80	58.64	
N 10	2.000	119.50	7.01	51.63
N 40	0.420	355.40	20.84	37.80
N100	0.149	709.60	41.61	17.03
N200	0.074	906.20	53.14	5.50
PASA N200		180.70	10.60	
TOTAL		10000.00		
Peso ant lavado	1000.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		180.70

**2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA**



**3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO**

D10 en mm	0.10	Cc	D60 / D10	49.0
D30 en mm	0.27	Cu	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0.15
D60 en mm	4.90	TNM	en mm	51.0

**4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO**

SISTEMAS	VISUAL		
	AASHTO		
	SUCS		

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

## 2.2.2.2 Límites de Atterberg

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG							
<b>PROYECTO:</b>		"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
<b>ABSCISA:</b>	km 0+920						
<b>MUESTRA:</b>	1			<b>FECHA:</b>	14/08/2018		
<b>NORMAS:</b>	ASTM-D- 424-71		AASHTO-T-90-70		INEN:691		
<b>1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%</b>							
Recipiente número		5	70	32	1	67	77
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	21.00	24.90	28.10	25.70	21.40	22.00
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	19.10	22.20	25.00	22.70	19.40	19.80
Peso recipiente	<b>rec</b>	11.00	10.80	11.70	11.30	11.30	11.30
Peso del agua	<b>Ww</b>	1.90	2.70	3.10	3.00	2.00	2.20
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	8.10	11.40	13.30	11.40	8.10	8.50
Contenido de humedad	<b>w%</b>	23.46	23.68	23.31	26.32	24.69	25.88
Contenido de humedad promedio	<b>w%</b>	23.57		24.81		25.29	
Número de golpes		35.00		26.00		17.00	
<b>2 Determinación Gráfica</b>							
<b>1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%</b>							
Recipiente número		16	45	46	47	77	78
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	11.4	11.3	12	9.8	10.5	10.6
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	10.5	10.9	11	9.5	9.7	9.9
Peso recipiente	<b>rec</b>	7.2	7.3	7.4	7.4	7.4	7.3
Peso del agua	<b>Ww</b>	0.90	0.40	1.00	0.30	0.80	0.70
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	3.30	3.60	3.60	2.10	2.30	2.60
Contenido de humedad	<b>w%</b>	27.27	11.11	27.78	14.29	34.78	26.92
Contenido de humedad promedio	<b>w%</b>	23.69					
<b>LÍMITE LIQUIDO LI%</b>		24.70					
<b>LÍMITE PLASTICO Lp%</b>		23.69					
<b>INDICE DE PLASTICIDAD Ip%</b>		1.01					
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>							
<b>CLASIFICACION SUCS</b>							
<b>SERIES DE NUMERO DE GOLPES</b>							
X1	25	Y1	0				
X2	25	Y2	24.7				
<b>SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD</b>							
X1	10	Y1	24.7				
X2	25	Y2	24.7				
<b>3 DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO</b>							
<b>REALIZADO POR:</b> Ana G. Núñez O.				<b>REVISADO POR:</b> MSc. Ing. Fricson Moreira			

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG**

**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ABSCISA:** km 2+360

**MUESTRA:** 2

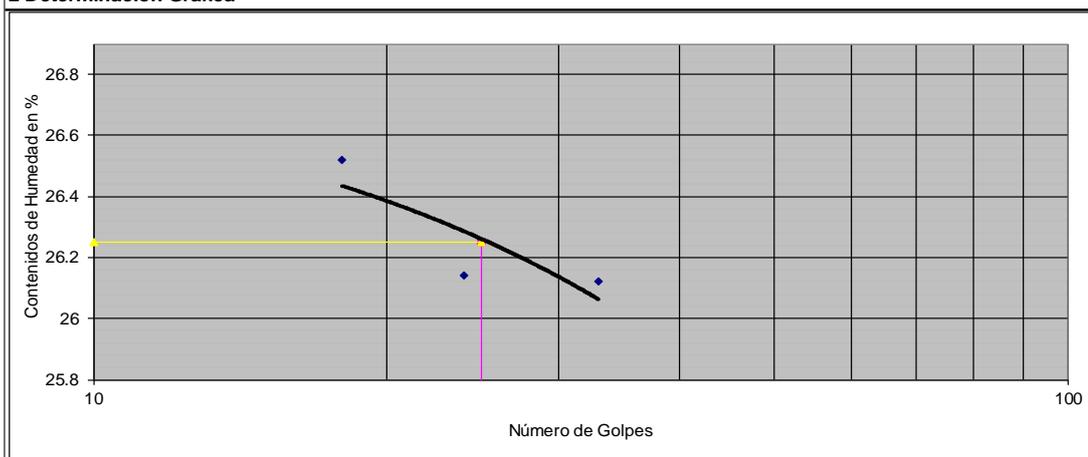
**FECHA:** 14/08/2018

**NORMAS:** ASTM-D- 424-71 AASHTO-T-90-70 INEN:691

**1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%**

Recipiente número	5	6	32	10	67	77		
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	21.20	25.20	28.60	25.60	21.60	22.00		
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	19.10	22.20	25.00	22.70	19.40	19.80		
Peso recipiente <b>rec</b>	11.00	10.80	11.70	11.20	11.30	11.30		
Peso del agua <b>Ww</b>	2.10	3.00	3.60	2.90	2.20	2.20		
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	8.10	11.40	13.30	11.50	8.10	8.50		
Contenido de humedad <b>w</b>	25.93	26.32	27.07	25.22	27.16	25.88		
Contenido de humedad promedio <b>w'</b>	26.12		26.14		26.52			
Número de golpes	33.00		24.00		18.00			

**2 Determinación Gráfica**



**1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%**

Recipiente número	20	45	25	47	13	78	
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	11.4	11.3	11.8	9.6	10.3	10.5	
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	10.6	10.6	10.9	9.2	9.7	9.8	
Peso recipiente <b>rec</b>	7.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.3	
Peso del agua <b>Ww</b>	0.80	0.70	0.90	0.40	0.60	0.70	
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	3.30	3.20	3.50	1.80	2.30	2.50	
Contenido de humedad <b>w</b>	24.24	21.88	25.71	22.22	26.09	28.00	
Contenido de humedad promedio <b>w'</b>	24.69						

<b>LÍMITE LIQUIDO LI%</b>	26.25
<b>LÍMITE PLASTICO Lp%</b>	24.69
<b>INDICE DE PLASTICIDAD Ip%</b>	1.56
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>	
<b>CLASIFICACION SUCS</b>	

<b>SERIES DE NUMERO DE GOLPES</b>			
X1	25	Y1	0
X2	25	Y2	26.25
<b>SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD</b>			
X1	10	Y1	26.25
X2	25	Y2	26.25

**3 DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO**

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

### 2.2.2.3 Ensayo de compactación

<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>																	
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"																	
<b>ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO</b>																	
<b>DETERMINACION DE LA MAXIMA DENSIDAD Y OPTIMA HUMEDAD</b>																	
<b>ABSCISA:</b>		km 0+920			<b>FECHA:</b>		15/08/2018										
<b>MUESTRA:</b>		1															
<b>ESPECIFICACIONES</b>																	
Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	13950	gramos											
Número de capas	5	Peso del Martillo en l	10	Volumen del Molde	2277.31	cm <sup>3</sup>											
<b>Energía de Compactación</b>		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180	ASTM		INEN											
<b>Peso inicial deseado</b>																	
<b>1 Proceso de compactación de laboratorio</b>																	
Ensayo número	A	B	C	D													
Humedad inicial añadida en %	5%	10%	15%	20%													
Agua Aumentada en cc	300.00	600.00	900.00	1200.00													
Peso del molde + suelo húmedo en gr	17949.20	18331.20	18266.00	18226.00													
Peso del suelo húmedo en gr	3999.20	4381.20	4316.00	4276.00													
Densidad Humeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.756	1.924	1.895	1.878													
<b>2 Determinación de los contenidos de humedad</b>																	
Recipiente número	7	9	17	18	21	24	34	46									
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	133	144.2	137.3	141.6	175.5	172	192	230.4									
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	128.3	137.5	127.5	130.8	155.5	152.5	166.8	196.2									
Peso recipiente <b>rec</b>	28.8	26	24.7	25.8	27.6	24.2	23.4	24.8									
Peso del agua <b>Ww</b>	4.70	6.70	9.80	10.80	20.00	19.50	25.20	34.20									
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	99.50	111.50	102.80	105.00	127.90	128.30	143.40	171.40									
Contenido de humedad <b>w<sup>s</sup></b>	4.72	6.01	9.53	10.29	15.64	15.20	17.57	19.95									
Contenido de humedad promedio <b>w<sup>s</sup></b>	5.37		9.91		15.42		18.76										
Densidad Seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.667		1.750		1.642		1.581										
<b>3 Determinación gráfica de la máxima densidad y optima humedad</b>																	
<b>CURVA DE MAXIMA DENSIDAD Y OPTIMA HUMEDAD</b> $y = -0.0022x^2 + 0.0454x + 1.4951$																	
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>DENSIDAD MAXIMA</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>1.729 gr/cm<sup>3</sup></b></td> </tr> <tr> <td>serie x</td> <td>serie y</td> </tr> <tr> <td>10.50</td> <td>1.729</td> </tr> <tr> <td>10.50</td> <td>0.000</td> </tr> </table>			<b>DENSIDAD MAXIMA</b>		<b>1.729 gr/cm<sup>3</sup></b>		serie x	serie y	10.50	1.729	10.50	0.000
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>																	
<b>1.729 gr/cm<sup>3</sup></b>																	
serie x	serie y																
10.50	1.729																
10.50	0.000																
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>HUMEDAD OPTIMA</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>10.40 %</b></td> </tr> <tr> <td>serie x</td> <td>serie y</td> </tr> <tr> <td>10.40</td> <td>1.729</td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>1.729</td> </tr> </table>			<b>HUMEDAD OPTIMA</b>		<b>10.40 %</b>		serie x	serie y	10.40	1.729	0.00	1.729
<b>HUMEDAD OPTIMA</b>																	
<b>10.40 %</b>																	
serie x	serie y																
10.40	1.729																
0.00	1.729																
<b>4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD</b>																	
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.				REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira													

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**

**DETERMINACION DE LA MAXIMA DENSIDAD Y OPTIMA HUMEDAD**

**ABSCISA:** km 2+360  
**MUESTRA:** 2 **FECHA:** 15/08/2018

**ESPECIFICACIONES**

Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	13950	gramos
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	2277.31	cm <sup>3</sup>
<b>Energía de Compactación</b>		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180	ASTM		INEN
<b>Peso inicial deseado</b>						

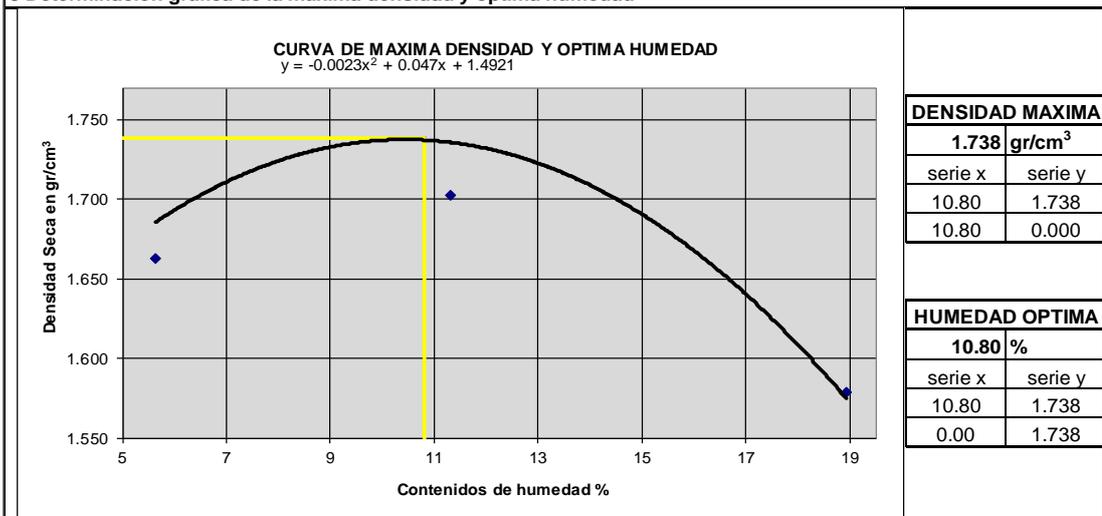
**1 Proceso de compactación de laboratorio**

Ensayo número	A	B	C	D
Humedad inicial añadida en %	5%	10%	15%	20%
Agua Aumentada en cc	300.00	600.00	900.00	1200.00
Peso del molde + suelo húmedo en gr	17949.20	18331.20	18266.00	18226.00
Peso del suelo húmedo en gr	3999.20	4381.20	4316.00	4276.00
Densidad Humeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.756	1.924	1.895	1.878

**2 Determinación de los contenidos de humedad**

Recipiente número	7	9	17	18	21	24	34	46
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	132.9	144.9	133.5	141.9	164.5	172.5	192.5	230.4
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	128.3	137.5	127.5	130.8	155.5	152.5	166.8	196.2
Peso recipiente <b>rec</b>	28.8	26	24.7	25.8	27.6	24.2	23.4	24.8
Peso del agua <b>Ww</b>	4.60	7.40	6.00	11.10	9.00	20.00	25.70	34.20
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	99.50	111.50	102.80	105.00	127.90	128.30	143.40	171.40
Contenido de humedad <b>w%</b>	4.62	6.64	5.84	10.57	7.04	15.59	17.92	19.95
Contenido de humedad promedio <b>w'</b>	5.63		8.20		11.31		18.94	
Densidad Seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.663		1.778		1.703		1.579	

**3 Determinación gráfica de la máxima densidad y óptima humedad**



**4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

### 2.2.2.4 Ensayo de CBR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA" <b>ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR</b> <b>CALIFORNIA BEARING RATIO</b>						
<b>ABSCISA:</b>	km 0+920					
<b>MUESTRA:</b>	1	<b>FECHA:</b> 16/08/2018				
<b>1.- MOLDES PARA SATURACION</b>						
MOLDE #	J-1		M-3		J-3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>
Wm+MOLDE (gr)	18500	0	19050	0	20554	0
PESO MOLDE	13950	0	14523	0	16467	0
PESO MUESTRA HUMEDA	4550	0	4527	0	4087	0
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2277.31	2277.31	2390.11	2390.11	2346.94	2346.94
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.998	0.000	1.894	0.000	1.741	0.000
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.822	1.822	1.723	1.723	1.596	1.596
DENSIDA SECA PORMEDIO	1.822		1.723		1.596	
<b>2.- DETERMINACION DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>						
TARRO #	51	58	65	67	35	38
Wm +TARRO (gr)	132.2	130.8	136.3	129.6	127.6	132.7
PESO MUESTRA SECA+TARRO	123.2	121.5	126.8	120.3	119	123.3
PESO AGUA (gr)	9	9.3	9.5	9.3	8.6	9.4
PESO TARRO	30.2	30.7	31.1	30.3	24.7	25.3
PESO MUESTRA SECA (gr)	93	90.8	95.7	90	94.3	98
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.68	10.24	9.93	10.33	9.12	9.59
AGUA ABSORBIDA %		0.56		0.41		0.47
OBSERVACIONES:						
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.			REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira			

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
 CATEDRA DE MECANICA DE SUELOS  
 LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR  
 CALIFORNIA BEARING RATIO

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

ABSCISA: km 0+920

MUESTRA 1

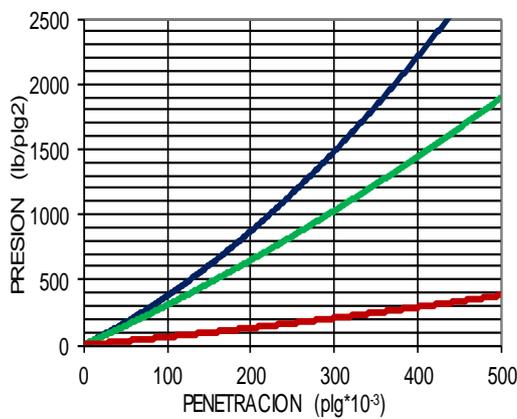
FECHA: 16/08/2018

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ANILLO 1-A MAIER    CONSTANTE DEL ANILLO: 11.40 lb/plg<sup>-3</sup>    AREA DEL PISTON: 3 plg<sup>2</sup>

MOLDE NUMERO			1-C			2-C			3-C					
TIEMPO		PNTRAC LECT	PRESIONES		CBR	PRESIONES		CBR	PRESIONES		CBR			
MIN	SEG		LEIDA	CORG		LEIDA	CORG		LEIDA	CORG				
		Plgs * 10 <sup>3</sup>	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%			
		0	0.0	0		0.0	0		0.0	0				
0	30	25	15.0	57.0		13.0	49.4		3.0	11.4				
1	30	50	32.0	121.6		30.0	114.0		6.0	22.8				
1	30	75	62.0	235.6		50.0	190.0		10.0	38.0				
2	30	100	100.0	380.0	380.0	38.0	70.0	266.0	266.0	26.6	14.0	53.2	53.2	5.3
3	60	150	168.0	638.4		118.0	448.4		24.0	91.2				
4	60	200	225.0	855.0		170.0	646.0		34.0	129.2				
5	60	250	307.0	1166.6		226.0	858.8		46.0	174.8				
6	60	300	400.0	1520.0		280.0	1064.0		56.0	212.8				
8	120	400	584.0	2219.2		395.0	1501.0		79.0	300.2				
10	120	500	800.0	3040.0	3040.0	202.7	486.0	1846.8	1846.8	123.1	98.0	372.4	372.4	24.8

**PRESION-PENETRACION**



**DENSIDAD SECA-CBR**



95% de la Máxima densidad    **1.822** gr/cm<sup>3</sup>  
 CBR    **38** %

Serie X    0    38    38    38  
 Serie Y    1.822    1.822    0.000    1.820

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

**CATEDRA DE MECÁNICA DE SUELOS**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA  
CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km  
0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR  
CALIFORNIA BEARING RATIO**

**ABSCISA:** km 2+360

**MUESTRA:** 2

**FECHA:** 16/08/2018

**1.- MOLDES PARA SATURACION**

MOLDE #	J-1		M-3		J-3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	18400	0	19020	0	20520	0
PESO MOLDE	13920	0	14523	0	16467	0
PESO MUESTRA HUMEDA	4480	0	4497	0	4053	0
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2277.31	2277.31	2390.11	2390.11	2346.94	2346.94
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.967	0.000	1.882	0.000	1.727	0.000
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.794	1.794	1.707	1.707	1.583	1.583
DENSIDA SECA PORMEDIO	1.794		1.707		1.583	

**2.- DETERMINACION DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

TARRO #	51	58	65	67	35	38
Wm +TARRO (gr)	132.5	130.8	136.9	129.9	127.6	132.7
PESO MUESTRA SECA+TARRO	123.5	121.5	127.1	120.3	119	123.3
PESO AGUA (gr)	9	9.3	9.8	9.6	8.6	9.4
PESO TARRO	30.2	30.7	31.1	30.3	24.7	25.3
PESO MUESTRA SECA (gr)	93.3	90.8	96	90	94.3	98
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.65	10.24	10.21	10.67	9.12	9.59
AGUA ABSORBIDA %		0.60		0.46		0.47

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CATEDRA DE MECANICA DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR**  
**CALIFORNIA BEARING RATIO**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE  
 RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
 PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ABSCISA:** km 2+360

**MUESTRA 2**

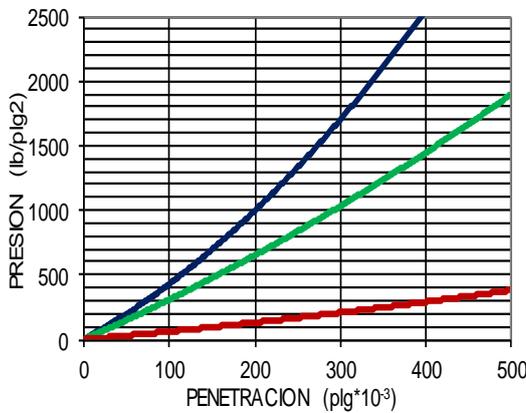
**FECHA:** 16/08/2018

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

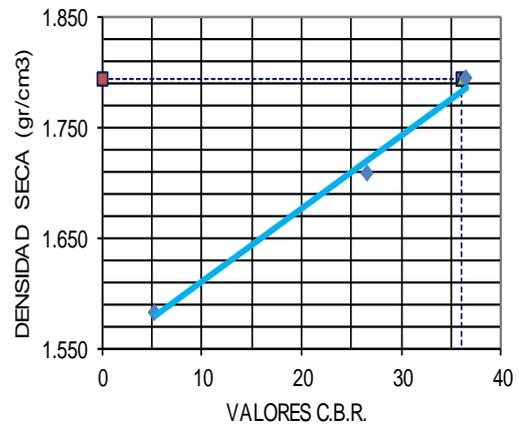
ANILLO 1-A MAIER    CONSTANTE DEL ANILLO: 11.40 lb/plg<sup>-3</sup>    AREA DEL PISTON: 3 plg<sup>2</sup>

MOLDE NUMERO		1-C					2-C					3-C				
TIEMPO		PNTRAC LECT	Q		CBR	Q		CBR	Q		CBR	Q		CBR		
MIN	SEG		LECT	CORG		LECT	CORG		LECT	CORG		LECT	CORG			
		Plgs * 10 <sup>3</sup>	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%		
		0	0.0	0		0.0	0		0.0	0		0.0	0			
0	30	25	17.3	65.6		13.0	49.4		3.0	11.4						
1	30	50	36.8	139.8		30.0	114.0		6.0	22.8						
1	30	75	71.3	270.9		50.0	190.0		10.0	38.0						
2	30	100	96.0	364.8	364.8	<b>36.5</b>	70.0	266.0	266.0	<b>26.6</b>	14.0	53.2	<b>53.2</b>	<b>5.3</b>		
3	60	150	193.2	734.2		118.0	448.4		24.0	91.2						
4	60	200	258.8	983.3		170.0	646.0		34.0	129.2						
5	60	250	353.1	1341.6		226.0	858.8		46.0	174.8						
6	60	300	460.0	1748.0		280.0	1064.0		56.0	212.8						
8	120	400	671.6	2552.1		395.0	1501.0		79.0	300.2						
10	120	500	920.0	3496.0	3496.0	<b>233.1</b>	486.0	1846.8	1846.8	<b>123.1</b>	98.0	372.4	372.4	<b>24.8</b>		

**PRESION-PENETRACION**



**DENSIDAD SECA-CBR**



95% de la Máxima densidad

**1.794** gr/cm3

Serie X

0    36    36    36

CBR

**36** %

Serie Y

1.794    1.794    0.000    1.794

## 2.2.2.5 Ensayo de abrasión

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA							
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES</b>							
<b>DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABRASIÓN</b>							
ABSCISA: Km 0+920							
UBICACIÓN : Manzana de Oro - Montalvo							
MUESTRA : SUB BASE <span style="float: right;">FECHA : 17/08/2018</span>							
<b>ESPECIFICACIONES</b>							
Método	B	Peso Inicial de muestra	5000 g	Temperatura de horno	110 ± 5 °C		
# de esferas	11	Velocidad en rev/min	30-35	Numero de revoluciones	500.00		
Normas:	AASHTO	T-96-77	ASTM	C-131	INEN	860	861
<b>CARGA ABRASIVA</b>							
Granulometría de ensayo		Número de esferas		Peso Total g			
A		12		5000 ± 25			
B		11		4584 ± 25			
C		8		3330 ± 20			
D		6		2500 ± 15			
<b>GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO</b>							
% Qué Pasa tamiz		% Retenido en tamiz		Peso y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.5	1 1/2"	25	1"	1250 ± 25			
25	1"	19	3/4"	1250 ± 25			
19	3/4"	12.5	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5	3/8"	6.3	1/4"			2500 ± 10	
6.3	1/4"	4.75	#4			2500 ± 10	
4.75	#4	2.36	#8				5000 ± 10
<b>1 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABRASIÓN</b>							
Descripción				Cantidad	Unidad		
Peso inicial de muestra lavado y secado al horno				5000	g		
Peso Final retenido en el tamiz #12, lavado y secado al Horno				2675.2	g		
Diferencia entre el peso Inicial y peso Final				2324.8	g		
Porcentaje Perdido				46.50	%		
<b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b>				<b>46.50</b>	<b>%</b>		
<b>2 GRAFICA PORCENTAJE DE ABRASIÓN</b>							
<b>4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD</b>							
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.				REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira			

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**  
 "IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE  
 RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA  
 PROVINCIA DE TUNGURAHUA"  
**ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABRASIÓN**

**ABSCISA:** Km 2+360  
**UBICACIÓN :** Manzana de Oro - Montalvo  
**MUESTRA :** SUB BASE **FECHA :** 17/08/2018

ESPECIFICACIONES						
Método	B	Peso Inicial de muestra	5000 g	Temperatura de horno	110 ± 5 °C	
# de esferas	11	Velocidad en rev/min	30-35	Numero de revoluciones	500.00	
<b>Normas:</b>	AASHTO	T-96-77	ASTM	C-131	INEN	860 861

CARGA ABRASIVA		
Granulometría de ensayo	Número de esferas	Peso Total g
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO							
% Qué Pasa tamiz		% Retenido en tamiz		Peso y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.5	1 1/2"	25	1"	1250 ± 25			
25	1"	19	3/4"	1250 ± 25			
19	3/4"	12.5	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5	3/8"	6.3	1/4"			2500 ± 10	
6.3	1/4"	4.75	#4			2500 ± 10	
4.75	#4	2.36	#8				5000 ± 10

1 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABRASIÓN		
Descripción	Cantidad	Unidad
Peso inicial de muestra lavado y secado al horno	5000	g
Peso Final retenido en el tamiz #12, lavado y secado al Horno	2605	g
Diferencia entre el peso Inicial y peso Final	2395	g
Porcentaje Perdido	47.90	%
<b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b>	<b>47.90</b>	<b>%</b>

**2 GRAFICA PORCENTAJE DE ABRASIÓN**



**4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

## 2.2.3 BASE

### 2.2.3.1 Granulometría

<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>				
Normas:	ASTM: D 421-58 Y D 422-63 AASHTO: T-87-70 Y T-88-70			
PROYECTO:	"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			
ABSCISA:	km 0+920	FECHA:	20/08/2018	
MUESTRA:	1			
1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS				
TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.800	472.80	4.73	95.27
1 1/2"	38.100	953.70	9.54	90.46
1"	25.400	1477.00	14.77	85.23
3/4"	19.050	1789.10	17.89	82.11
1/2"	12.700	2073.30	20.73	79.27
3/8"	9.530	2466.90	24.67	75.33
N 4	4.760	3350.80	33.51	66.49
PASA N 4		6649.20	66.49	
N 10	2.000	74.30	4.94	61.55
N 40	0.420	384.60	25.57	40.92
N100	0.149	706.50	46.98	19.52
N200	0.074	876.10	58.25	8.24
PASA N200		123.90	8.24	
TOTAL		10000.00		
Peso ant lavado	1000.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		123.90
2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA				
<p style="text-align: center;">GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA</p>				
3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO				
D10 en mm	0.08	Cc	D60 / D10	22.5
D30 en mm	0.24	Cu	D30 <sup>2</sup> /(D60*D10)	0.40
D60 en mm	1.80	TNM	en mm	50.0
4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO				
SISTEMAS	VISUAL			
	AASHTO			
	SUCS			
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.		REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira		

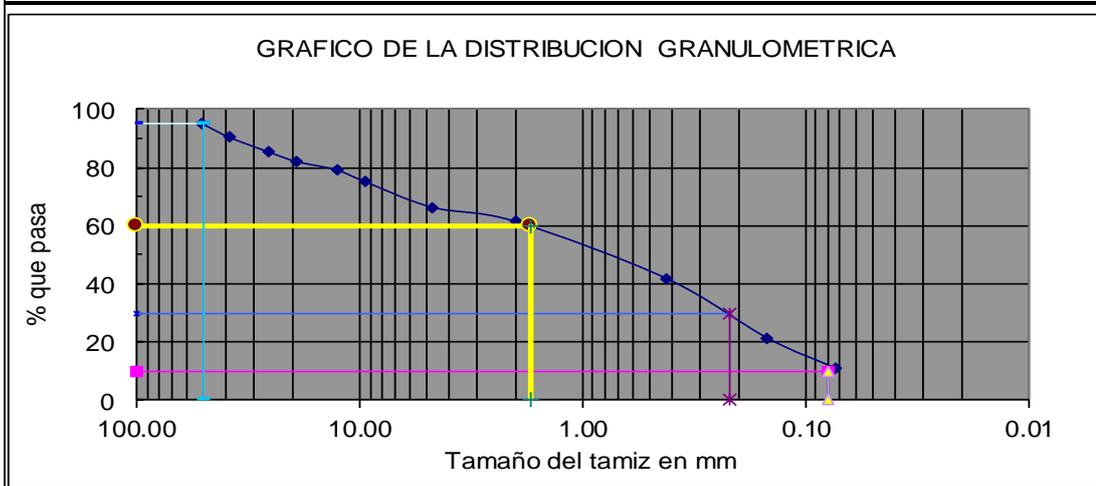
**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Normas: ASTM: D 421-58 Y D 422-63  
AASHTO: T-87-70 Y T-88-70  
**PROYECTO:** "IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"  
**ABSCISA:** km 2+360  
**MUESTRA:** 2 **FECHA:** 20/08/2018

**1 ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRIA DE LOS SUELOS**

TAMIZ	mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.800	492.80	4.93	95.07
1 1/2"	38.100	968.70	9.70	90.30
1"	25.400	1472.00	14.73	85.27
3/4"	19.050	1799.10	18.01	81.99
1/2"	12.700	2078.30	20.80	79.20
3/8"	9.530	2471.90	24.74	75.26
N 4	4.760	3355.80	33.59	66.41
PASA N 4		6634.20	66.41	
N 10	2.000	74.30	4.94	61.47
N 40	0.420	369.60	24.57	41.84
N100	0.149	676.50	44.97	21.44
N200	0.074	831.10	55.25	11.16
PASA N200		123.90	8.24	
TOTAL		9990.00		
Peso ant lavado	999.00	Peso cuarteo antes del lavado		
Peso des lavado		Peso cuarteo después de lavado		
Total - diferencia		Diferencia o pasa el tamiz # 200		123.90

**2 GRAFICO DE LA DISTRIBUCION GRANULOMETRICA**



**3 DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES DEL SUELO**

D10 en mm	0.08	Cc	D60 / D10	21.3
D30 en mm	0.22	Cu	$D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0.36
D60 en mm	1.70	TNM	en mm	50.0

**4 CLASIFICACION DEL SUELO ANALIZADO**

SISTEMAS	VISUAL		
	AASHTO		
	SUCS		

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

## 2.2.3.2 Límites de Atterberg

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO																															
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA																															
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS																															
ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG																															
<b>PROYECTO:</b>																															
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"																															
<b>ABSCISA:</b>	km 0+920			<b>FECHA:</b>	20/08/2018																										
<b>MUESTRA:</b>	1																														
<b>NORMAS:</b>	ASTM-D- 424-71		AASHTO-T-90-70		INEN:691																										
<b>1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%</b>																															
Recipiente número		<b>1J</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>67</b>	<b>62</b>																								
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+re</b>	24.90	24.40	26.10	26.80	26.00	27.90																								
Peso seco + recipiente	<b>Ws+re</b>	22.40	22.00	23.60	24.20	23.30	24.80																								
Peso recipiente	<b>rec</b>	11.20	10.90	11.00	11.60	11.50	11.71																								
Peso del agua	<b>Ww</b>	2.50	2.40	2.50	2.60	2.70	3.10																								
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	11.20	11.10	12.60	12.60	11.80	13.09																								
Contenido de humedad	<b>w</b>	22.32	21.62	19.84	20.63	22.88	23.68																								
Contenido de humedad promedio	<b>w'</b>	21.97		20.24		23.28																									
Número de golpes		36.00		22.00		16.00																									
<b>2 Determinación Gráfica</b>																															
<b>1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%</b>																															
Recipiente número		<b>22</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>13</b>	<b>78</b>																								
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+re</b>	8.4	8.6	8.1	8.5	8.4	8																								
Peso seco + recipiente	<b>Ws+re</b>	8.3	8.4	8	8.3	8.2	7.9																								
Peso recipiente	<b>rec</b>	7.40	7.40	7.40	7.50	7.50	7.40																								
Peso del agua	<b>Ww</b>	0.10	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10																								
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	0.90	1.00	0.60	0.80	0.70	0.50																								
Contenido de humedad	<b>w</b>	11.11	20.00	16.67	25.00	28.57	20.00																								
Contenido de humedad promedio	<b>w'</b>	<b>20.22</b>																													
<b>LIMITE LIQUIDO LI%</b>		21.80																													
<b>LIMITE PLASTICO Lp%</b>		20.22																													
<b>INDICE DE PLASTICIDAD Ip%</b>		1.58																													
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>																															
<b>CLASIFICACION SUCS</b>																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">SERIES DE NUMERO DE GOLPES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X1</td> <td>25</td> <td>Y1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>X2</td> <td>25</td> <td>Y2</td> <td>21.8</td> </tr> <tr> <th colspan="4">SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD</th> </tr> <tr> <td>X1</td> <td>10</td> <td>Y1</td> <td>21.8</td> </tr> <tr> <td>X2</td> <td>25</td> <td>Y2</td> <td>21.8</td> </tr> </tbody> </table>								SERIES DE NUMERO DE GOLPES				X1	25	Y1	0	X2	25	Y2	21.8	SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD				X1	10	Y1	21.8	X2	25	Y2	21.8
SERIES DE NUMERO DE GOLPES																															
X1	25	Y1	0																												
X2	25	Y2	21.8																												
SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD																															
X1	10	Y1	21.8																												
X2	25	Y2	21.8																												
<b>3 DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO</b>																															
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.				REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira																											

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG**

**PROYECTO:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ABSCISA:** km 2+360

**MUESTRA:** 2

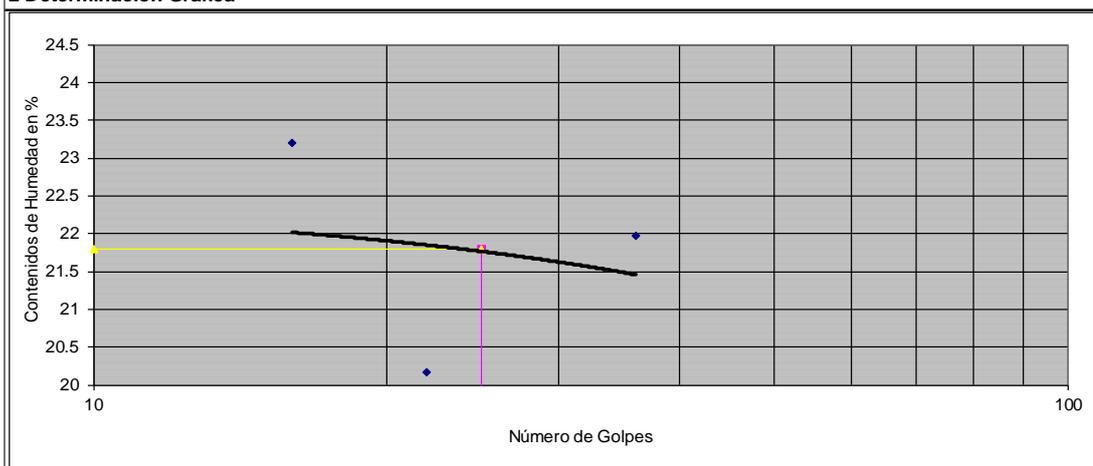
**FECHA:** 21/08/2018

**NORMAS:** ASTM-D- 424-71 AASHTO-T-90-70 INEN:691

**1 Determinación del Límite Líquido del suelo analizado LI%**

Recipiente número		1J	10	35	6	67	62		
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+re</b>	25.04	24.50	26.20	26.91	26.10	28.01		
Peso seco + recipiente	<b>Ws+re</b>	22.49	22.09	23.69	24.30	23.39	24.90		
Peso recipiente	<b>rec</b>	11.10	10.90	11.00	11.60	11.50	11.71		
Peso del agua	<b>Ww</b>	2.55	2.41	2.51	2.61	2.71	3.11		
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	11.39	11.19	12.69	12.70	11.89	13.19		
Contenido de humedad	<b>w</b>	22.39	21.54	19.77	20.56	22.79	23.60		
Contenido de humedad promedio	<b>w'</b>	21.96		20.17		23.20			
Número de golpes		36.00		22.00		16.00			

**2 Determinación Gráfica**



**1 Determinación del Límite Plástico del suelo analizado Lp%**

Recipiente número		22	41	35	47	13	78	
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+re</b>	8.4	8.6	8	8.4	8.3	7.9	
Peso seco + recipiente	<b>Ws+re</b>	8.3	8.4	7.9	8.3	8.2	7.8	
Peso recipiente	<b>rec</b>	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5	
Peso del agua	<b>Ww</b>	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	1.00	1.00	0.50	0.80	0.70	0.30	
Contenido de humedad	<b>w</b>	10.00	20.00	20.00	12.50	14.29	33.33	
Contenido de humedad promedio	<b>w'</b>	<b>18.35</b>						

<b>LIMITE LIQUIDO LI%</b>	21.80
<b>LIMITE PLASTICO Lp%</b>	18.35
<b>INDICE DE PLASTICIDAD Ip%</b>	3.45
<b>CLASIFICACION AASHTO</b>	
<b>CLASIFICACION SUCS</b>	

<b>SERIES DE NUMERO DE GOLPES</b>			
X1	25	Y1	0
X2	25	Y2	21.8
<b>SERIES DE VARIACION DE HUMEDAD</b>			
X1	10	Y1	21.8
X2	25	Y2	21.8

**3 DESCRIPCION DEL SUELO ENSAYADO**

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

### 2.2.3.3 Ensayos de compactación

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO															
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA															
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS															
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"															
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO															
DETERMINACION DE LA MAXIMA DENSIDAD Y OPTIMA HUMEDAD															
<b>ABSCISA:</b>	km 0+920														
<b>MUESTRA:</b>	1	<b>FECHA:</b>	22/08/2018												
ESPECIFICACIONES															
Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	15394 gramos										
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	2337.63 cm <sup>3</sup>										
<b>Energía de Compactación</b>		<b>Normas:</b>	AASHTO T-180	ASTM	INEN										
<b>Peso inicial deseado</b>															
1 Proceso de compactación de laboratorio															
Ensayo número	A	B	C	D											
Humedad inicial añadida en %	5%	10%	15%												
Agua Aumentada en cc	250.00	500.00	750.00												
Peso del molde + suelo húmedo en gr	19599.00	19806.00	19642.00												
Peso del suelo húmedo en gr	4205.00	4412.00	4248.00												
Densidad Humeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.799	1.887	1.817												
2 Determinación de los contenidos de humedad															
Recipiente número	7	9	17	18	21	24									
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	132.1	138.6	125.8	164.8	195.6	186.4									
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	125.8	131.1	117.5	151.6	172.5	164.6									
Peso recipiente <b>rec</b>	28.8	24.3	24.5	37.8	31	30.5									
Peso del agua <b>Ww</b>	6.30	7.50	8.30	13.20	23.10	21.80									
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	97.00	106.80	93.00	113.80	141.50	134.10									
Contenido de humedad <b>w%</b>	6.49	7.02	8.92	11.60	16.33	16.26									
Contenido de humedad promedio <b>w'</b>	6.76		10.26		16.29										
Densidad Seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.685		1.712		1.563										
3 Determinación gráfica de la máxima densidad y optima humedad															
$y = -0.0034x^2 + 0.0654x + 1.3978$ <b>CURVA DE MAXIMA DENSIDAD Y OPTIMA HUMEDAD</b>															
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">DENSIDAD MAXIMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>1.710 gr/cm<sup>3</sup></b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">serie x</td> <td style="text-align: center;">serie y</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9.80</td> <td style="text-align: center;">1.710</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9.80</td> <td style="text-align: center;">1.000</td> </tr> </tbody> </table>		DENSIDAD MAXIMA		<b>1.710 gr/cm<sup>3</sup></b>		serie x	serie y	9.80	1.710	9.80	1.000
DENSIDAD MAXIMA															
<b>1.710 gr/cm<sup>3</sup></b>															
serie x	serie y														
9.80	1.710														
9.80	1.000														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">HUMEDAD OPTIMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>9.80 %</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">serie x</td> <td style="text-align: center;">serie y</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9.80</td> <td style="text-align: center;">1.710</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.00</td> <td style="text-align: center;">1.710</td> </tr> </tbody> </table>				HUMEDAD OPTIMA		<b>9.80 %</b>		serie x	serie y	9.80	1.710	0.00	1.710		
HUMEDAD OPTIMA															
<b>9.80 %</b>															
serie x	serie y														
9.80	1.710														
0.00	1.710														
4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD															
<b>REALIZADO POR:</b> Ana G. Núñez O.			<b>REVISADO POR:</b> MSc. Ing. Fricson Moreira												

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO**

**DETERMINACION DE LA MAXIMA DENSIDAD Y OPTIMA HUMEDAD**

**ABSCISA:** km 2+360  
**MUESTRA:** 2  
**FECHA:** 23/08/2018

**ESPECIFICACIONES**

Número de golpes	56	Altura de caída en plg	18	Peso del molde	15394	gramos
Número de capas	5	Peso del Martillo en lb	10	Volumen del Molde	2337.63	cm <sup>3</sup>
<b>Energía de Compactación</b>		<b>Normas:</b> AASHTO	T-180	ASTM		INEN
<b>Peso inicial deseado</b>						

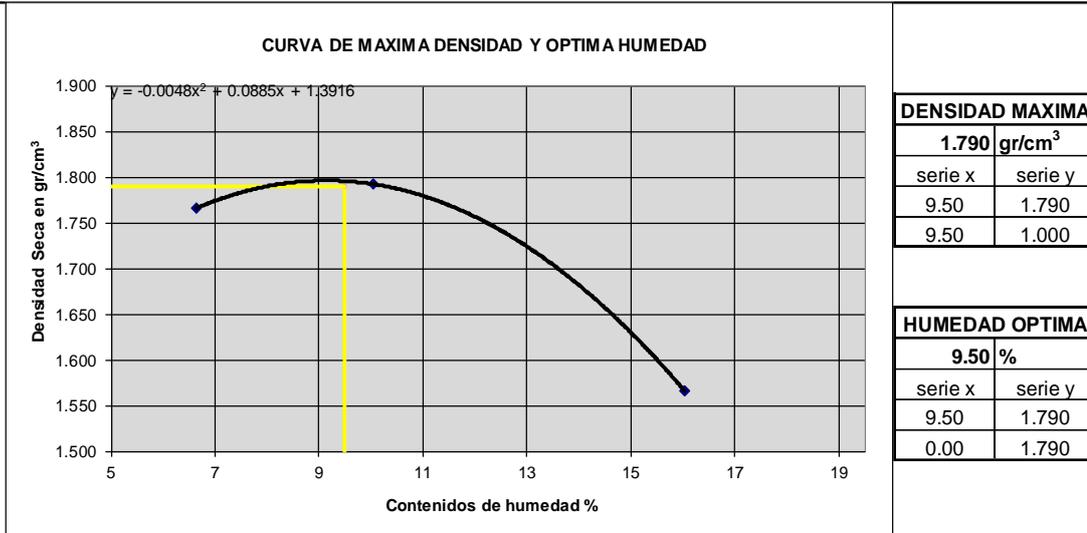
**1 Proceso de compactación de laboratorio**

Ensayo número	A	B	C	D
Humedad inicial añadida en %	5%	10%	15%	
Agua Aumentada en cc	250.00	500.00	750.00	
Peso del molde + suelo húmedo en gr	19794.99	20004.06	19643.01	
Peso del suelo húmedo en gr	4400.99	4610.06	4249.01	
Densidad Humeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.883	1.972	1.818	

**2 Determinación de los contenidos de humedad**

Recipiente número	7	9	17	18	21	24		
Peso húmedo + recipiente <b>Wm+re</b>	142.7	149.7	135.9	178.0	211.2	201.3		
Peso seco + recipiente <b>Ws+re</b>	135.9	141.6	126.9	163.7	186.3	177.8		
Peso recipiente <b>rec</b>	28.8	24.3	24.5	37.8	31	30.5		
Peso del agua <b>Ww</b>	6.80	8.10	8.96	14.26	24.95	23.54		
Peso de los sólidos <b>Ws</b>	107.06	117.29	102.40	125.93	155.30	147.27		
Contenido de humedad <b>w<sup>o</sup></b>	6.36	6.91	8.75	11.32	16.06	15.99		
Contenido de humedad promedio <b>w<sup>o</sup></b>	6.63		10.04		16.03			
Densidad Seca en gr/cm <sup>3</sup>	1.766		1.792		1.567			

**3 Determinación gráfica de la máxima densidad y optima humedad**



**4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

### 2.2.3.4 Ensayo de CBR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA						
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS						
<p>"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"</p> <p><b>ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR</b></p> <p><b>CALIFORNIA BEARING RATIO</b></p>						
<p><b>ABSCISA:</b> km 0+920</p> <p><b>MUESTRA:</b> 1 <span style="float: right;"><b>FECHA:</b> 24/08/2018</span></p>						
<b>1.- MOLDES PARA SATURACION</b>						
MOLDE #	J-1		M-3		J-3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>	<b>ANTES DEL REMOJO</b>	<b>DESPUES DEL REMOJO</b>
Wm+MOLDE (gr)	21407	0	19780	0	18153	0
PESO MOLDE	15394	0	15394	0	15394	0
PESO MUESTRA HUMEDA	6013	0	4386	0	2759	0
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.613	0.000	1.906	0.000	1.199	0.000
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.387	2.387	1.743	1.743	1.101	1.101
DENSIDA SECA PORMEDIO	2.387		1.743		1.101	
<b>2.- DETERMINACION DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>						
TARRO #	51	58	65	67	35	38
Wm +TARRO (gr)	116.1	123.3	136.2	137.1	145.12	146.12
PESO MUESTRA SECA+TARRO	108.1	114.6	126.7	127.1	135.12	136.12
PESO AGUA (gr)	8	8.7	9.5	10	10	10
PESO TARRO	23.5	23.8	25.2	23	23.2	24.5
PESO MUESTRA SECA (gr)	84.6	90.8	101.5	104.1	111.92	111.62
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.46	9.58	9.36	9.61	8.93	8.96
AGUA ABSORBIDA %		0.13		0.25		0.02
<p>OBSERVACIONES:</p> <p style="text-align: center;"> <b>REALIZADO POR:</b>            Ana G. Núñez O.         </p> <p style="text-align: center;"> <b>REVISADO POR:</b>            MSc. Ing. Fricson Moreira         </p>						

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CATEDRA DE MECANICA DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR**  
**CALIFORNIA BEARING RATIO**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ABSCISA:** km 0+920

**MUESTRA 1**

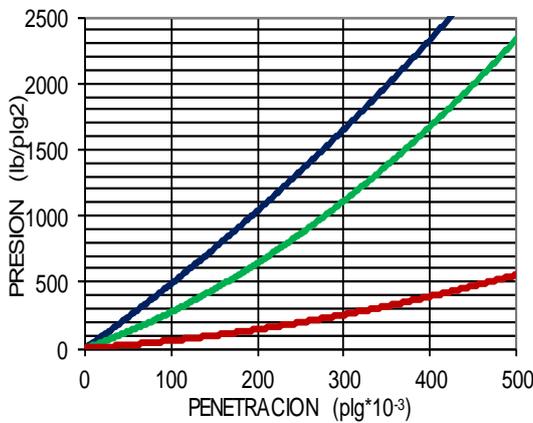
**FECHA:** 23/08/2018

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

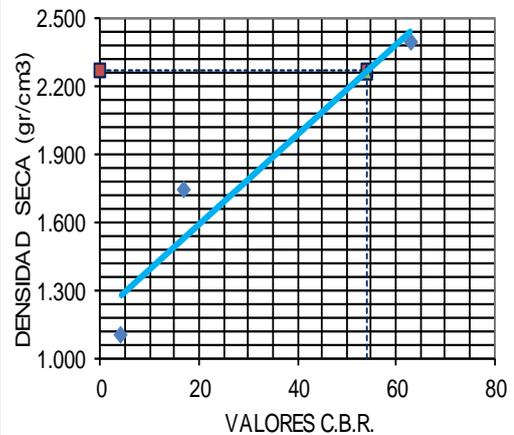
ANILLO 1-A MAIER    CONSTANTE DEL ANILLO: 11.40 lb/plg<sup>3</sup>    AREA DEL PISTON: 3 plg<sup>2</sup>

MOLDE NUMERO		1-C				2-C			3-C					
TIEMPO		PNTRAC	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEDA	CORG			LEDA	CORG			LEDA	CORG	
		Plgs * 10 <sup>-3</sup>	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>		%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>		%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>		%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	21.0	79.8			5.0	19.0			1.0	3.8		
1	30	50	58.0	220.4			20.0	76.0			3.5	13.3		
1	30	75	94.0	357.2			31.0	117.8			6.8	25.7		
2	30	100	165.5	628.9	628.9	<b>62.9</b>	44.0	167.2	167.2	<b>16.7</b>	10.8	40.9	<b>40.9</b>	<b>4.1</b>
3	60	150	210.0	798.0			100.0	380.0			22.3	84.6		
4	60	200	260.0	988.0			162.0	615.6			36.3	137.8		
5	60	250	350.0	1330.0			245.0	931.0			53.8	204.3		
6	60	300	415.0	1577.0			320.0	1216.0			72.8	276.5		
8	120	400	620.0	2356.0			462.0	1755.6			108.8	413.3		
10	120	500	810.0	3078.0	3078.0	<b>205.2</b>	590.0	2242.0	2242.0	<b>149.5</b>	140.5	533.9	533.9	<b>35.59</b>

**PRESION-PENETRACION**



**DENSIDAD SECA-CBR**



95% de la Máxima densidad

**2.268** gr/cm3

Serie X

0    54

54    54

CBR

**54** %

Serie Y

2.268    2.268

0.000    2.260

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA  
 CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km  
 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"  
**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR**  
**CALIFORNIA BEARING RATIO**

**ABSCISA:** km 2+360

**MUESTRA:** 2

**FECHA:** 23/08/2018

**1.- MOLDES PARA SATURACION**

MOLDE #	J-1		M-3		J-3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	21457	0	19792	0	18165	0
PESO MOLDE	15394	0	15394	0	15394	0
PESO MUESTRA HUMEDA	6063	0	4398	0	2771	0
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.635	0.000	1.911	0.000	1.204	0.000
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.436	2.436	1.765	1.765	1.116	1.116
DENSIDA SECA PORMEDIO	2.436		1.765		1.116	

**2.- DETERMINACION DE LOS CONTENIDOS DE HUMEDAD**

TARRO #	51	58	65	67	35	38
Wm +TARRO (gr)	115	122.2	135.1	136	144.02	145.02
PESO MUESTRA SECA+TARRO	108.1	114.6	126.7	127.1	135.12	136.12
PESO AGUA (gr)	6.9	7.6	8.4	8.9	8.9	8.9
PESO TARRO	23.5	23.8	25.2	23	23.2	24.5
PESO MUESTRA SECA (gr)	84.6	90.8	101.5	104.1	111.92	111.62
CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.16	8.37	8.28	8.55	7.95	7.97
AGUA ABSORBIDA %		0.21		0.27		0.02

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CATEDRA DE MECANICA DE SUELOS**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

**ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR**  
**CALIFORNIA BEARING RATIO**

"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ABSCISA:** km 2+360

**MUESTRA2**

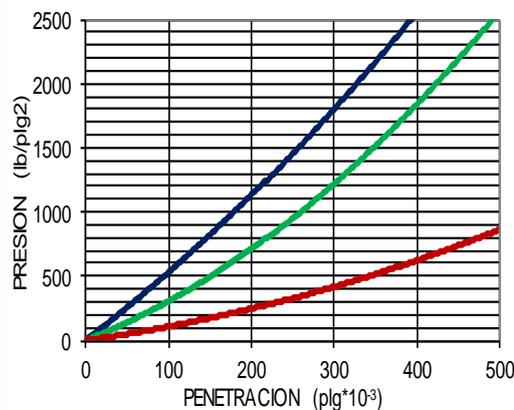
**FECHA:** 23/08/2018

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

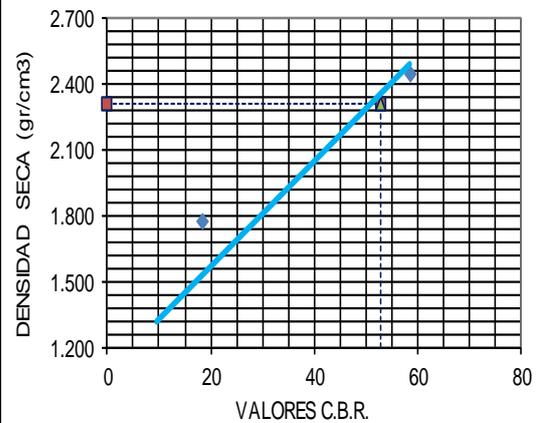
ANILLO 1-A MAIER    CONSTANTE DEL ANILLO: 11.40 lb/plg<sup>-3</sup>    AREA DEL PISTON: 3 plg<sup>2</sup>

MOLDE NUMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PNTRAC Pigs * 10 <sup>-3</sup>	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%	DIAL	lb/plg <sup>2</sup>	%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	23.1	87.8			5.5	20.9			3.1	11.8		
1	30	50	63.8	242.4			22.0	83.6			9.3	35.3		
1	30	75	103.4	392.9			34.1	129.6			16.2	61.4		
2	30	100	154.0	585.2	585.2	<b>58.5</b>	48.4	183.9	183.9	<b>18.4</b>	24.8	94.1	<b>94.1</b>	<b>9.4</b>
3	60	150	231.0	877.8			110.0	418.0			43.3	164.4		
4	60	200	286.0	1086.8			178.2	677.2			62.3	236.6		
5	60	250	385.0	1463.0			269.5	1024.1			88.8	337.3		
6	60	300	456.5	1734.7			352.0	1337.6			114.3	434.2		
8	120	400	682.0	2591.6			508.2	1931.2			170.8	648.9		
10	120	500	891.0	3385.8	3385.8	<b>225.7</b>	649.0	2466.2	2466.2	<b>164.4</b>	221.5	841.7	841.7	<b>56.1</b>

**PRESION-PENETRACION**



**DENSIDAD SECA-CBR**



95% de la Máxima densidad  
 CBR

**2.309** gr/cm3  
**53** %

Serie X	0	53	53	53
Serie Y	2.309	2.309	0.000	2.309

### 2.2.3.5 Ensayo de Abrasión

<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>							
<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>							
<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>							
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>							
"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"							
<b>ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES</b>							
<b>DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABRASIÓN</b>							
<b>ABSCISA:</b> Km 0+920							
<b>UBICACIÓN :</b> Manzana de Oro - Montalvo							
<b>MUESTRA :</b> BASE				<b>FECHA :</b> 24/08/2018			
Método	B	Peso Inicial de muestra	5000 g	Temperatura de horno	110 ± 5 °C		
# de esferas	11	Velocidad en rev/min	30-35	Numero de revoluciones	500.00		
<b>Normas:</b>	AASHTO	T-96-77	ASTM	C-131	INEN	860	861
<b>CARGA ABRASIVA</b>							
Granulometría de ensayo		Número de esferas		Peso Total g			
A		12		5000 ± 25			
B		11		4584 ± 25			
C		8		3330 ± 20			
D		6		2500 ± 15			
<b>GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO</b>							
% Qué Pasa tamiz		% Retenido en tamiz		Peso y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.5	1 1/2"	25	1"	1250 ± 25			
25	1"	19	3/4"	1250 ± 25			
19	3/4"	12.5	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5	3/8"	6.3	1/4"			2500 ± 10	
6.3	1/4"	4.75	#4			2500 ± 10	
4.75	#4	2.36	#8				5000 ± 10
<b>1 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABRASIÓN</b>							
Descripción				Cantidad	Unidad		
Peso inicial de muestra lavado y secado al horno				5000	g		
Peso Final retenido en el tamiz #12, lavado y secado al Horno				2555	g		
Diferencia entre el peso Inicial y peso Final				2445	g		
Porcentaje Perdido				48.90	%		
<b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b>				<b>48.90</b>	<b>%</b>		
<b>2 GRAFICA PORCENTAJE DE ABRASIÓN</b>							
<p style="text-align: center;">             % Resistencia de agregados 51.10%              % de Desgaste de agregados 48.90%         </p>							
<b>4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD</b>							
REALIZADO POR: Ana G. Núñez O.				REVISADO POR: MSc. Ing. Fricson Moreira			

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

"IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO Km 0+000 AL Km 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

**ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN MÁQUINA DE LOS ÁNGELES**

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABRASIÓN**

**ABSCISA:** Km 2+360

**UBICACIÓN :** Manzana de Oro - Montalvo

**MUESTRA :** BASE **FECHA :** 24/08/2018

**ESPECIFICACIONES**

Método	B	Peso Inicial de muestra	5000 g	Temperatura de horno	110 ± 5 °C		
# de esferas	11	Velocidad en rev/min	30-35	Numero de revoluciones	500.00		
<b>Normas:</b>	AASHTO	T-96-77	ASTM	C-131	INEN	860	861

**CARGA ABRASIVA**

Granulometría de ensayo	Número de esferas	Peso Total g
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

**GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO**

% Qué Pasa tamiz		% Retenido en tamiz		Peso y granulometrías de la muestra para ensayo (g)			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.5	1 1/2"	25	1"	1250 ± 25			
25	1"	19	3/4"	1250 ± 25			
19	3/4"	12.5	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5	1/2"	9.5	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5	3/8"	6.3	1/4"			2500 ± 10	
6.3	1/4"	4.75	#4			2500 ± 10	
4.75	#4	2.36	#8				5000 ± 10

**1 DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ABRASIÓN**

Descripción	Cantidad	Unidad
Peso inicial de muestra lavado y secado al horno	5000	g
Peso Final retenido en el tamiz #12, lavado y secado al Horno	2490	g
Diferencia entre el peso Inicial y peso Final	2510	g
Porcentaje Perdido	50.20	%
<b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b>	<b>50.20</b>	<b>%</b>

**2 GRAFICA PORCENTAJE DE ABRASIÓN**



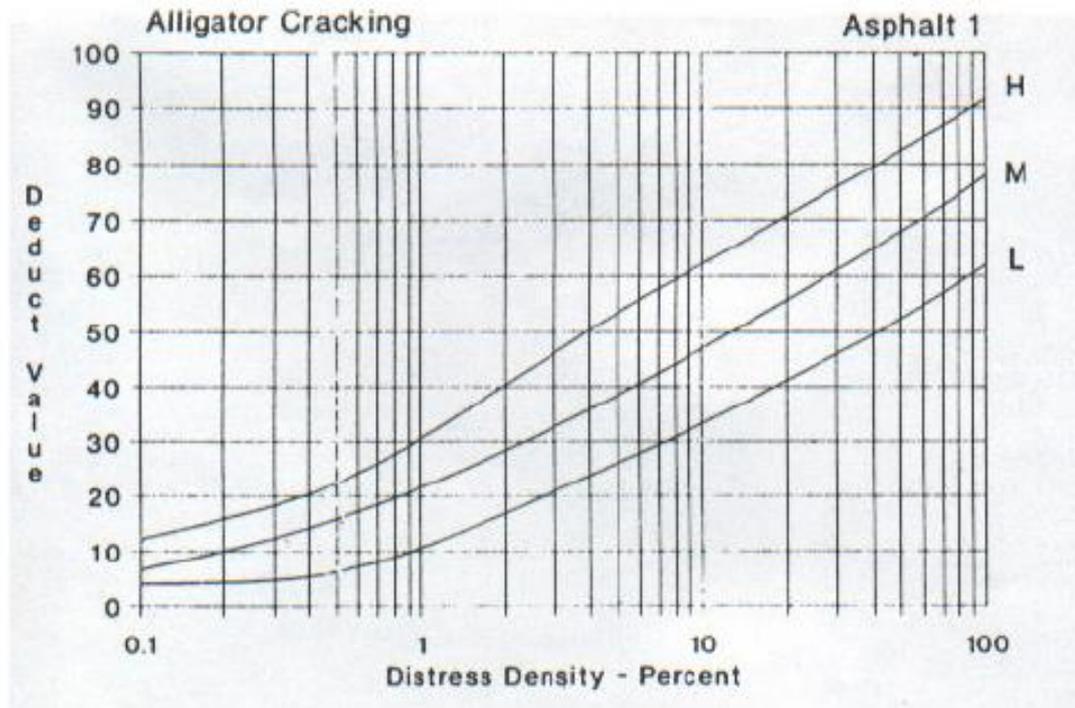
**4 FIRMAS DE RESPONSABILIDAD**

REALIZADO POR:  
Ana G. Núñez O.

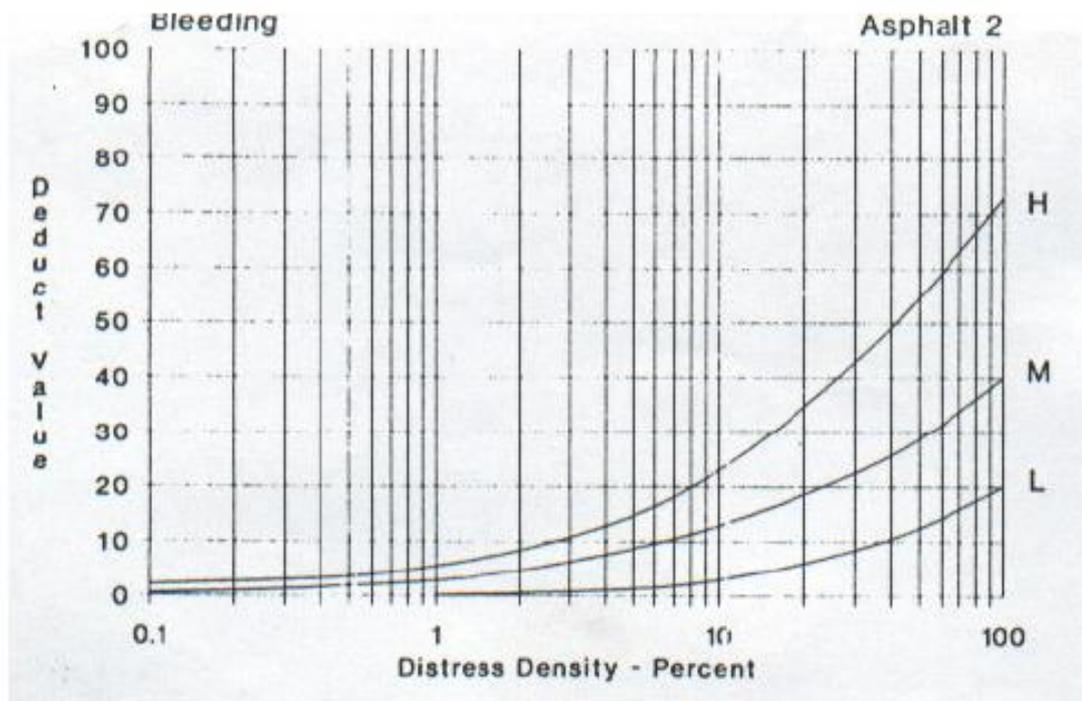
REVISADO POR:  
MSc. Ing. Fricson Moreira

**2.3 TABLAS PARA DETERMINAR EL VALOR DE DEDUCCIÓN PARA 2.3.1**  
**2.3.1 TIPO DE DAÑO Y SU NIVEL DE SEVERIDAD**

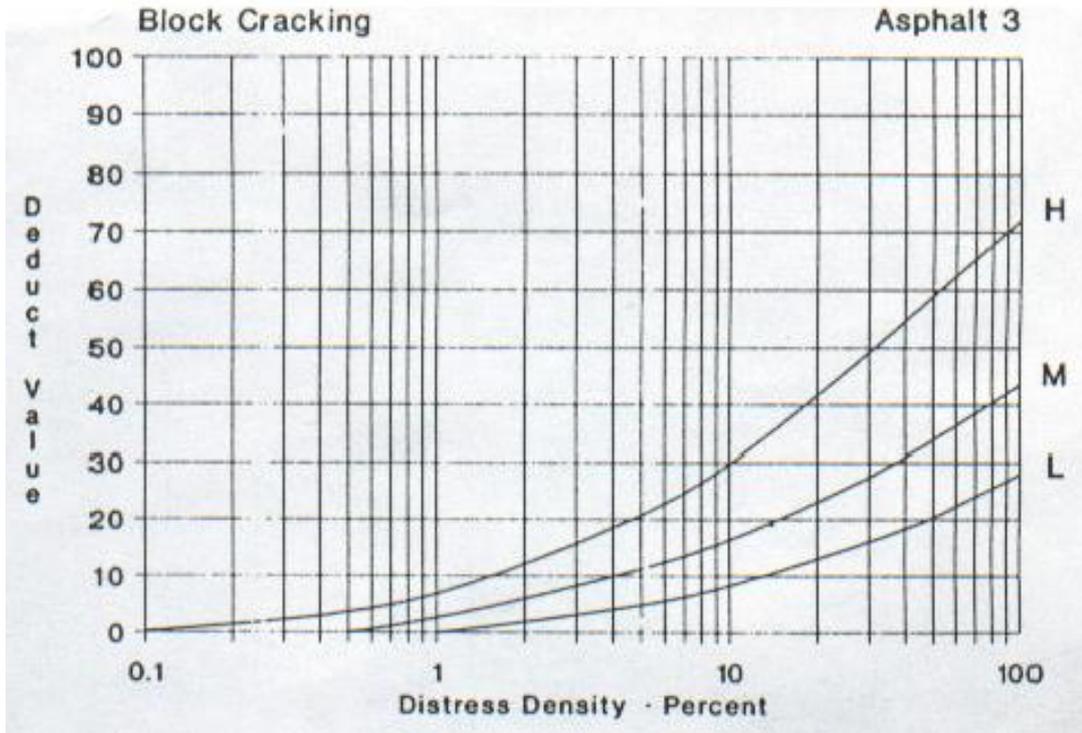
**Falla 1. Piel de Cocodrilo**



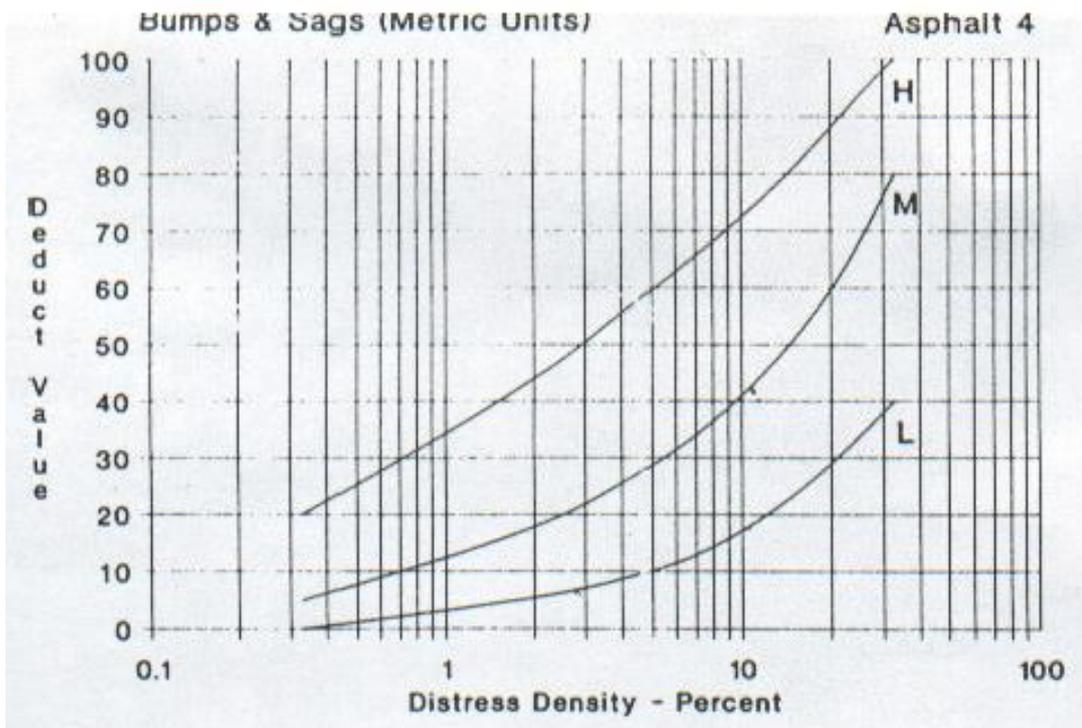
**Falla 2. Exudación**



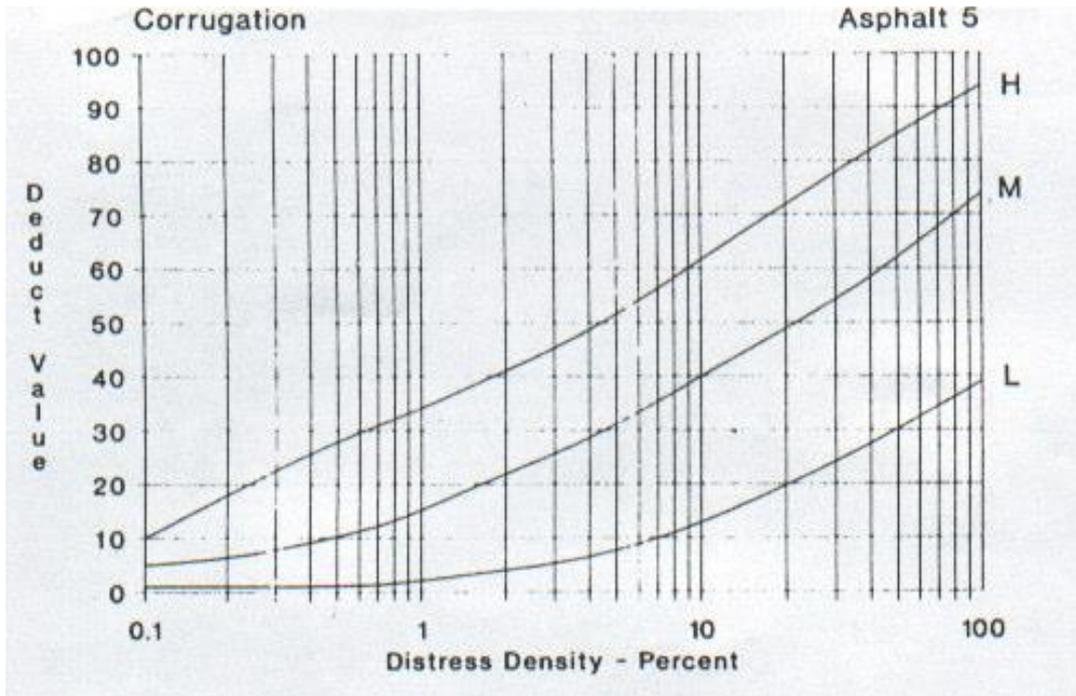
**Falla 3. Fisuras en bloque**



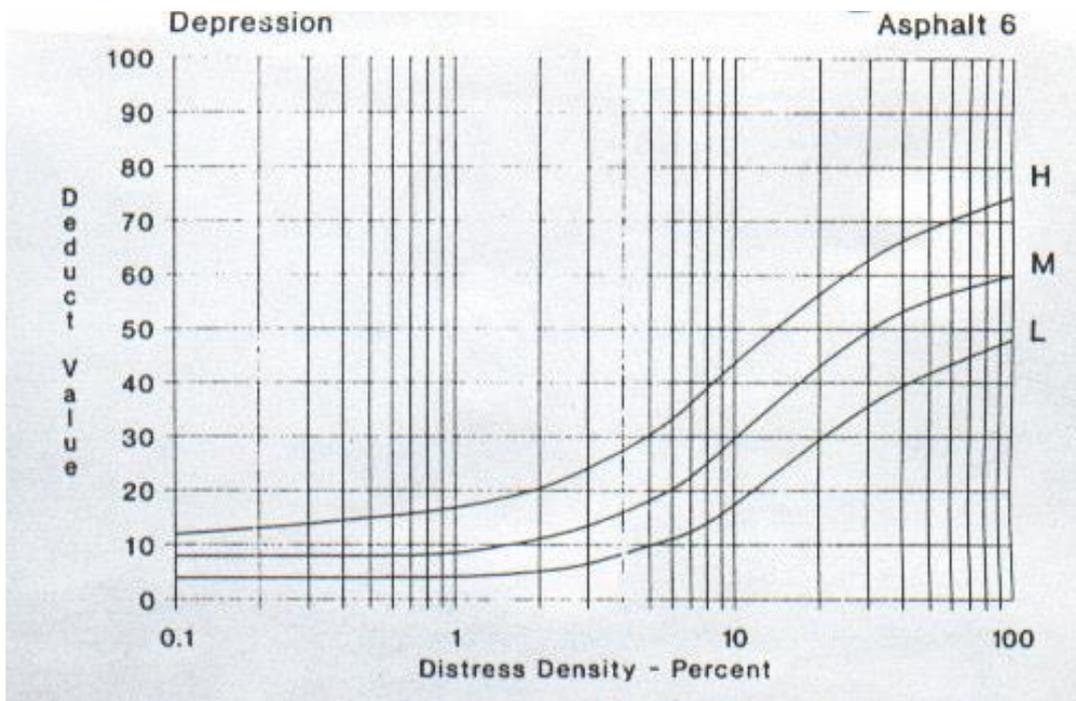
**Falla 4. Abultamiento y hundimientos**



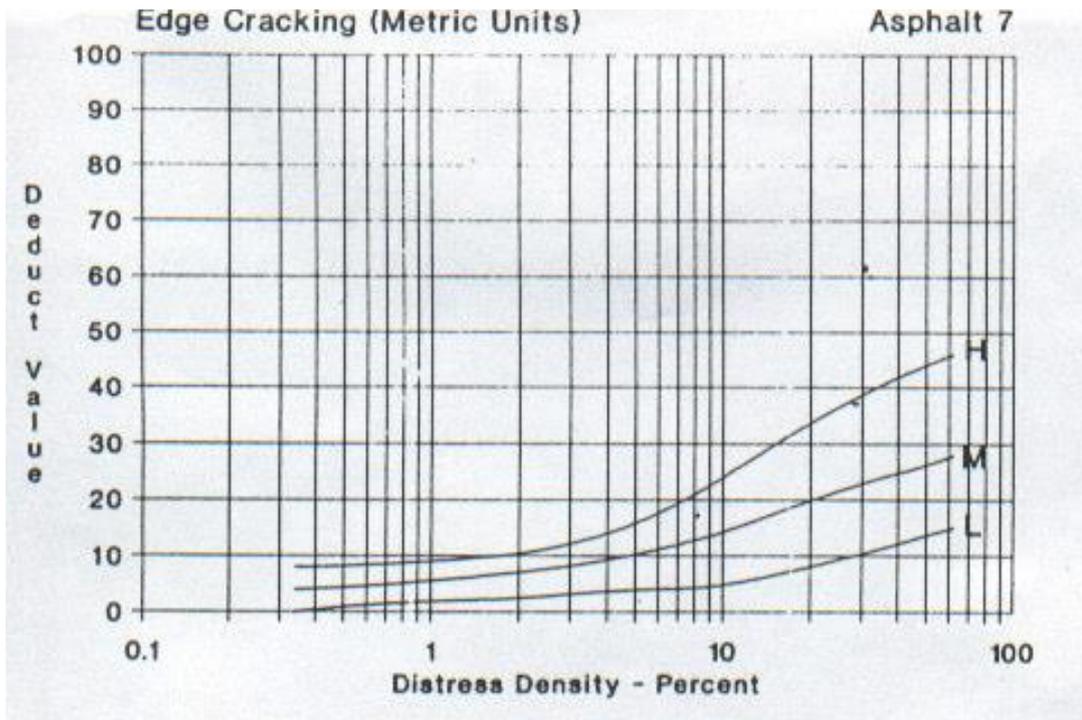
**Falla 5. Corrugación**



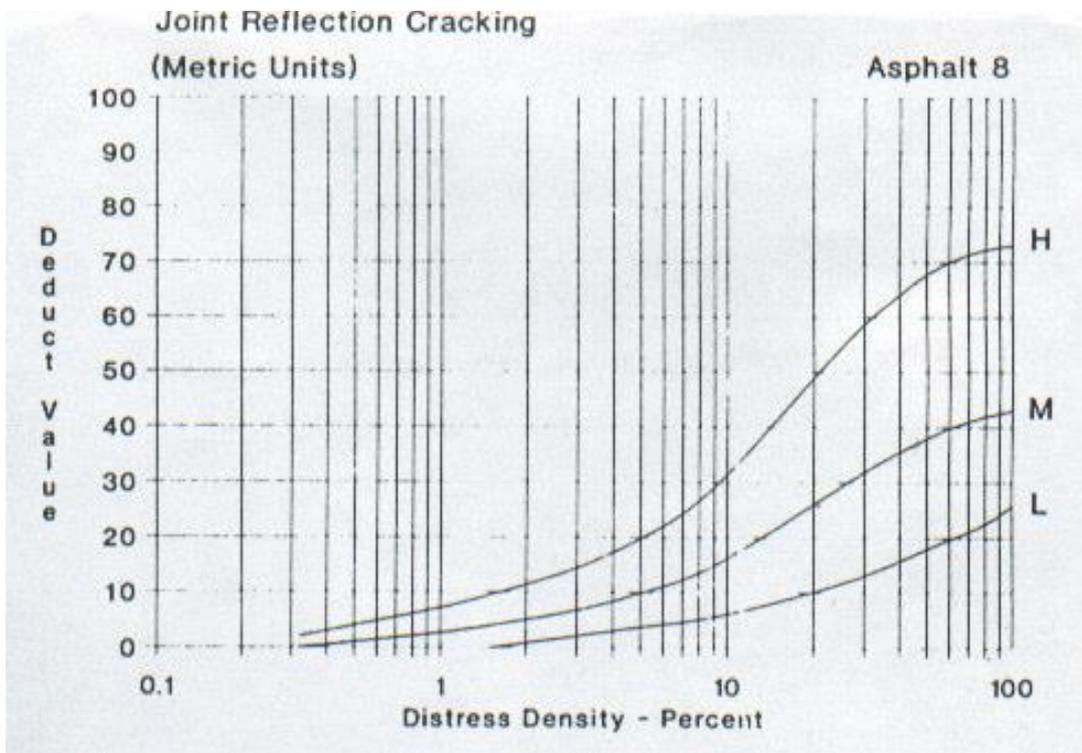
**Falla 6. Depresión**



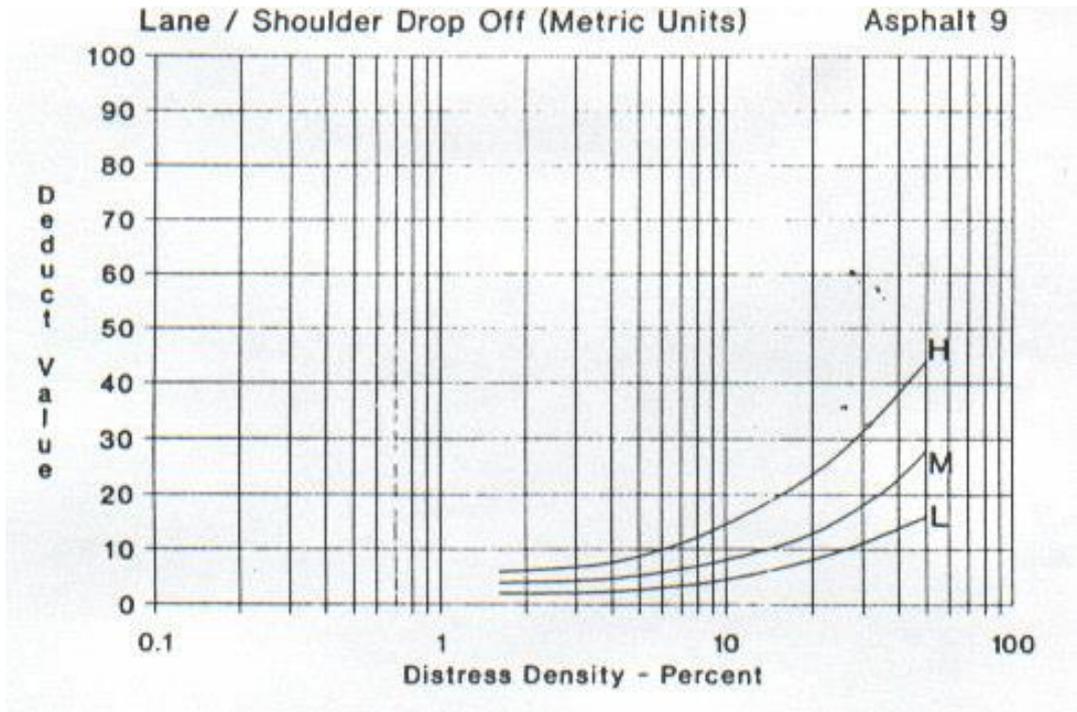
**Falla 7. Fisura de borde**



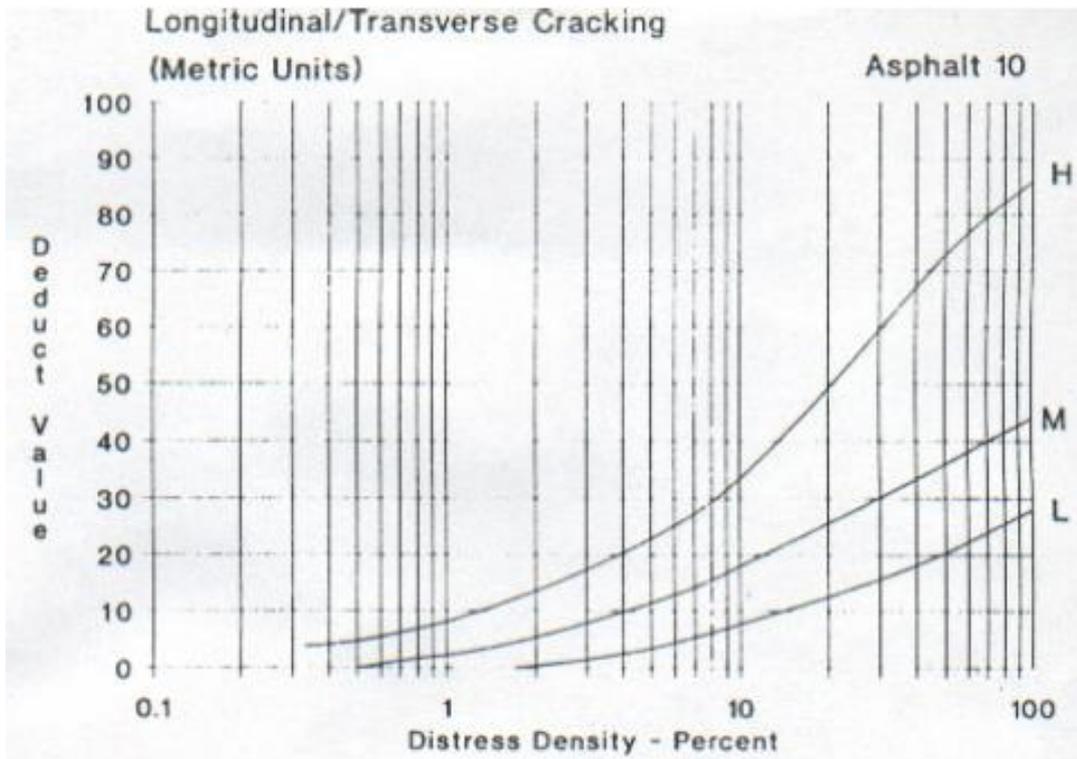
**Falla 8. Fisura de reflexión de junta**



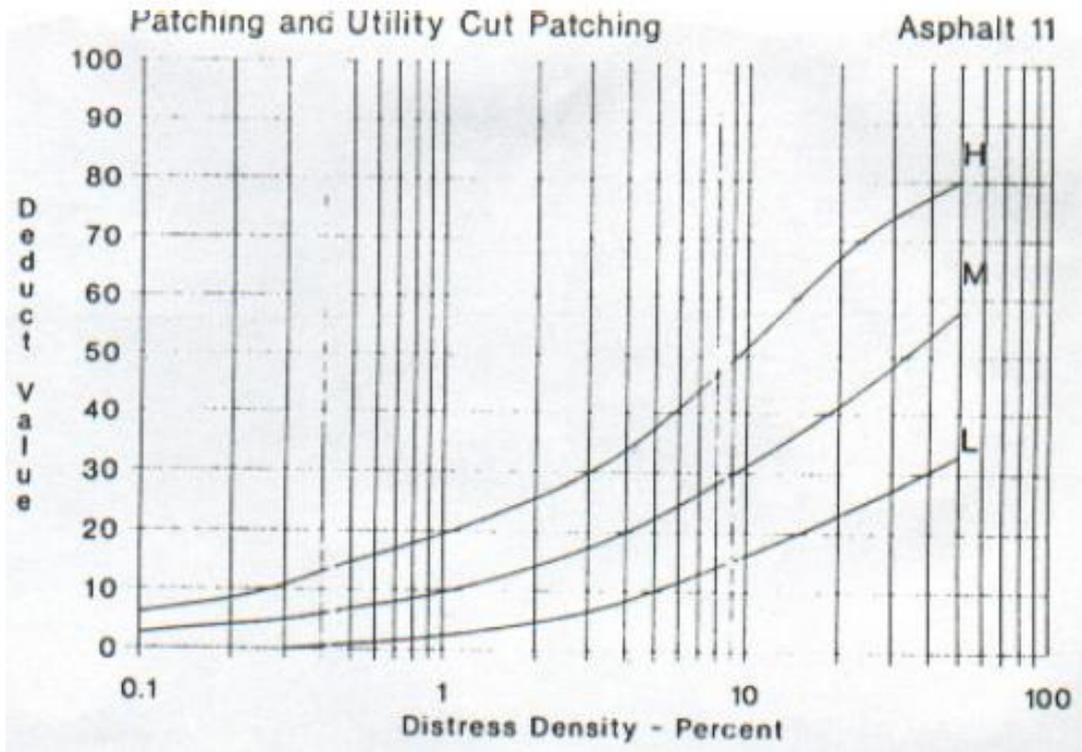
**Falla 9. Desnivel carril / berma**



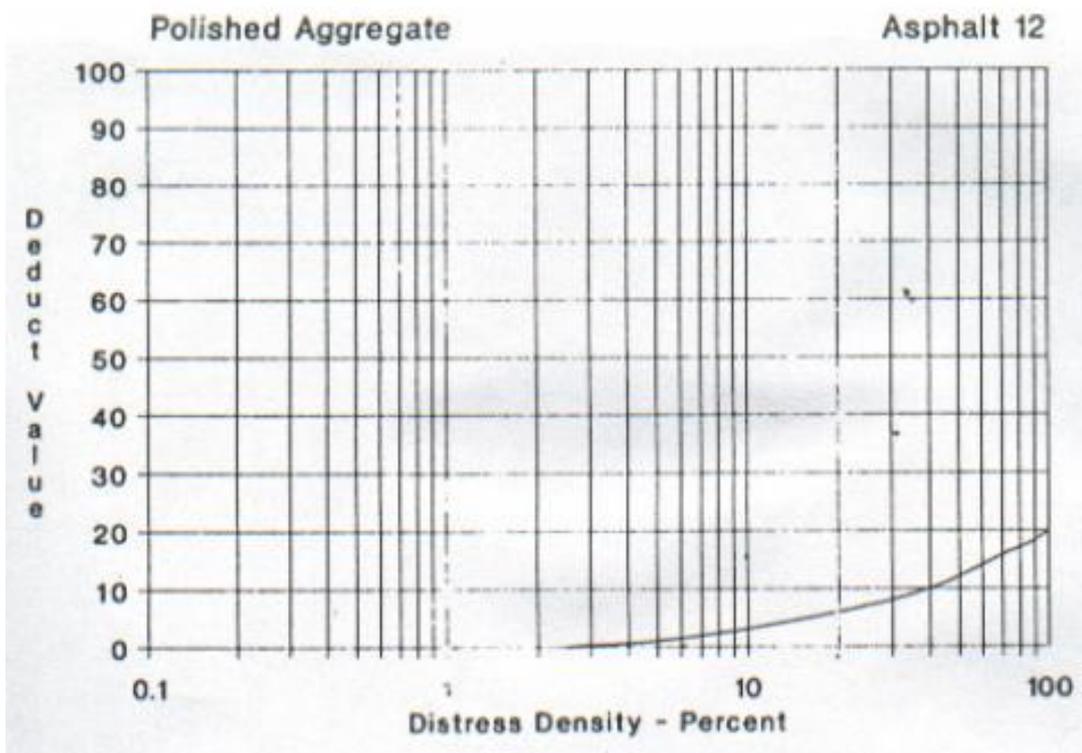
**Falla 10. Grietas longitudinales y transversales**



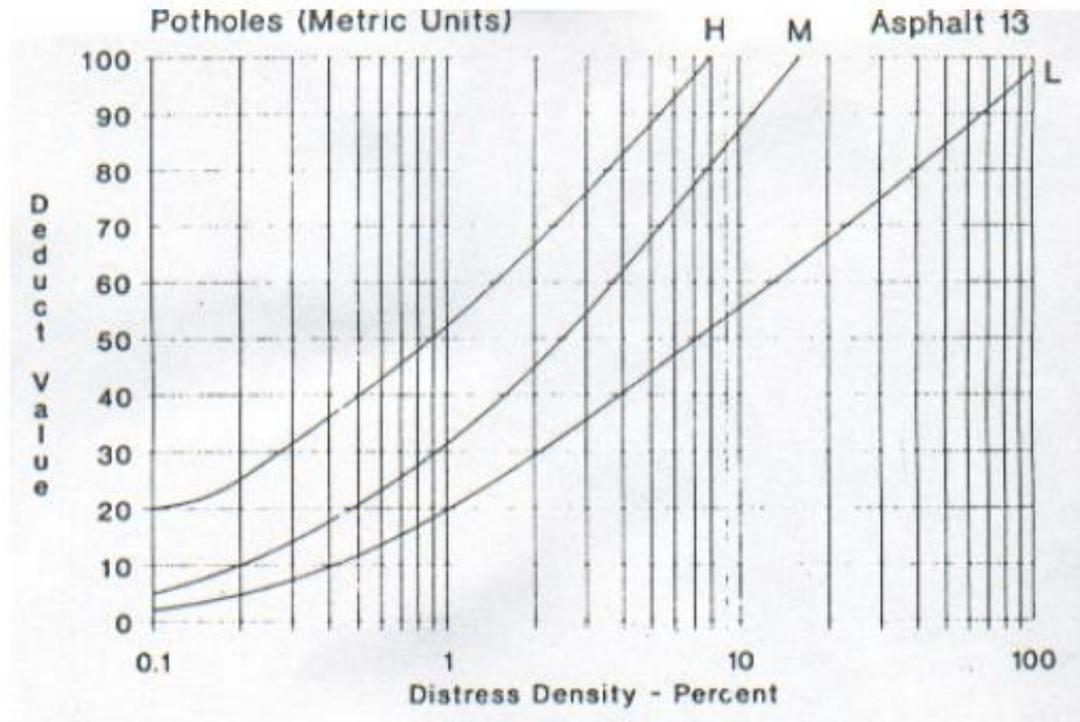
**Falla 11. Parcheo**



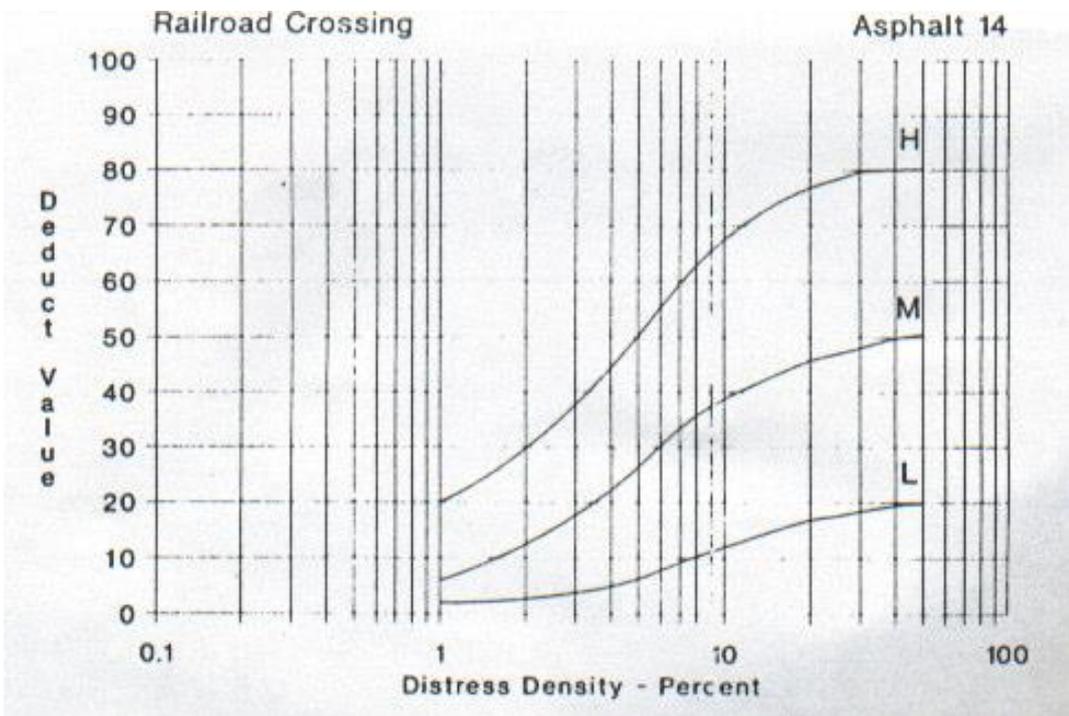
**Falla 12. Pulimento de agregados**



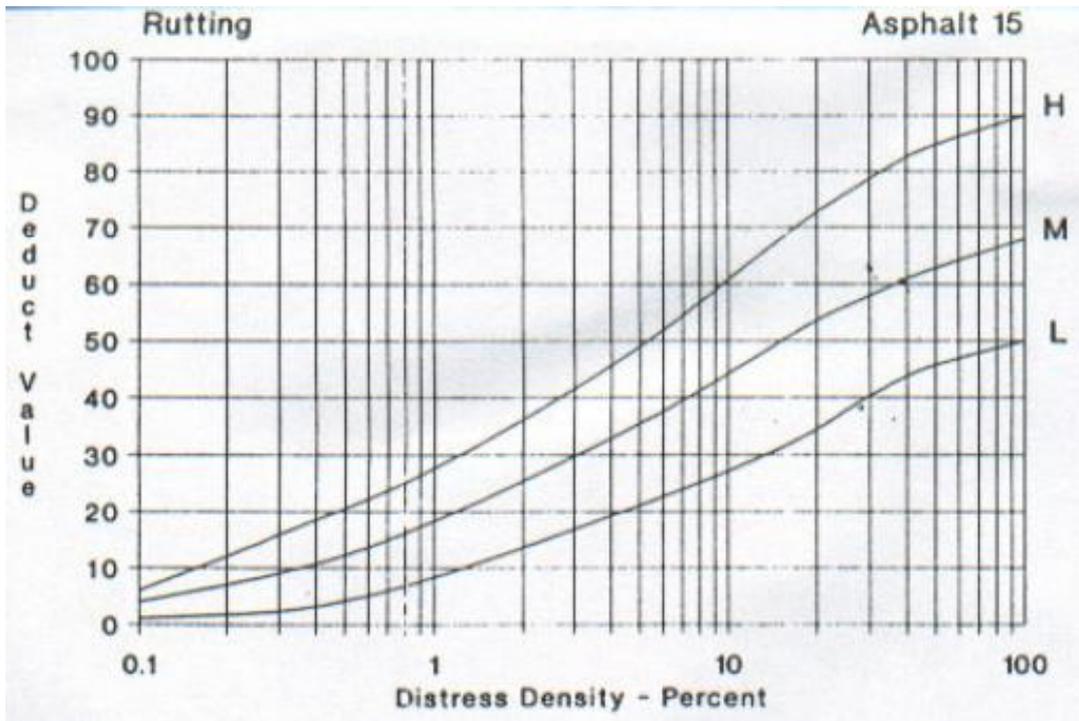
**Falla 13. Huecos**



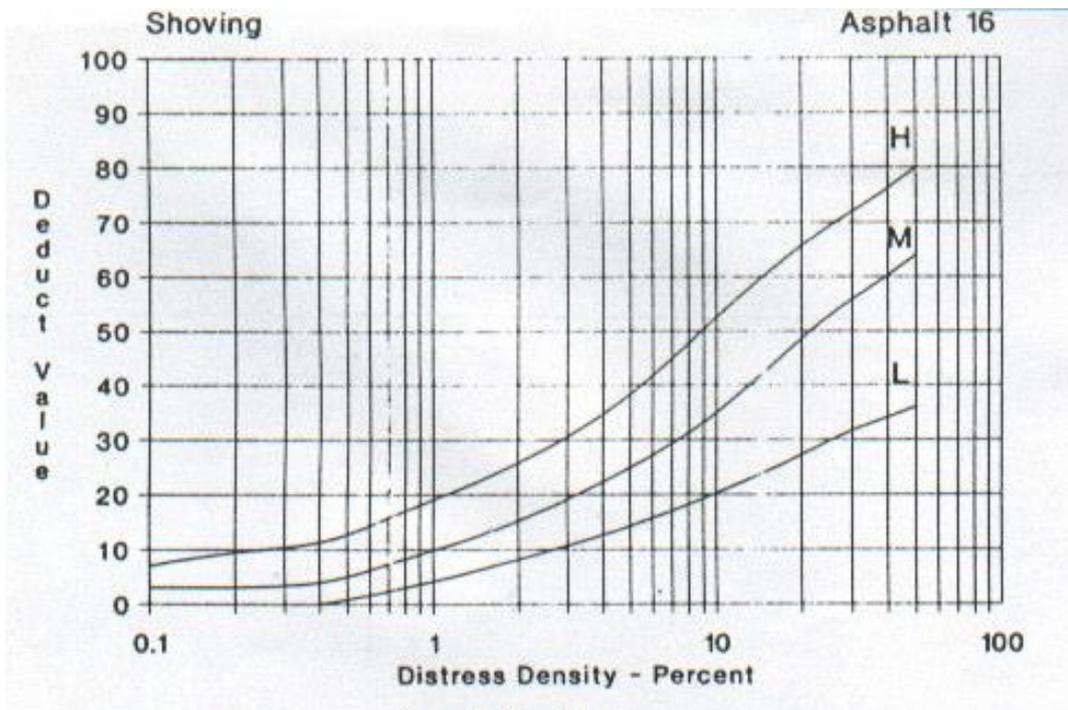
**Falla 14. Cruce de vía férrea**



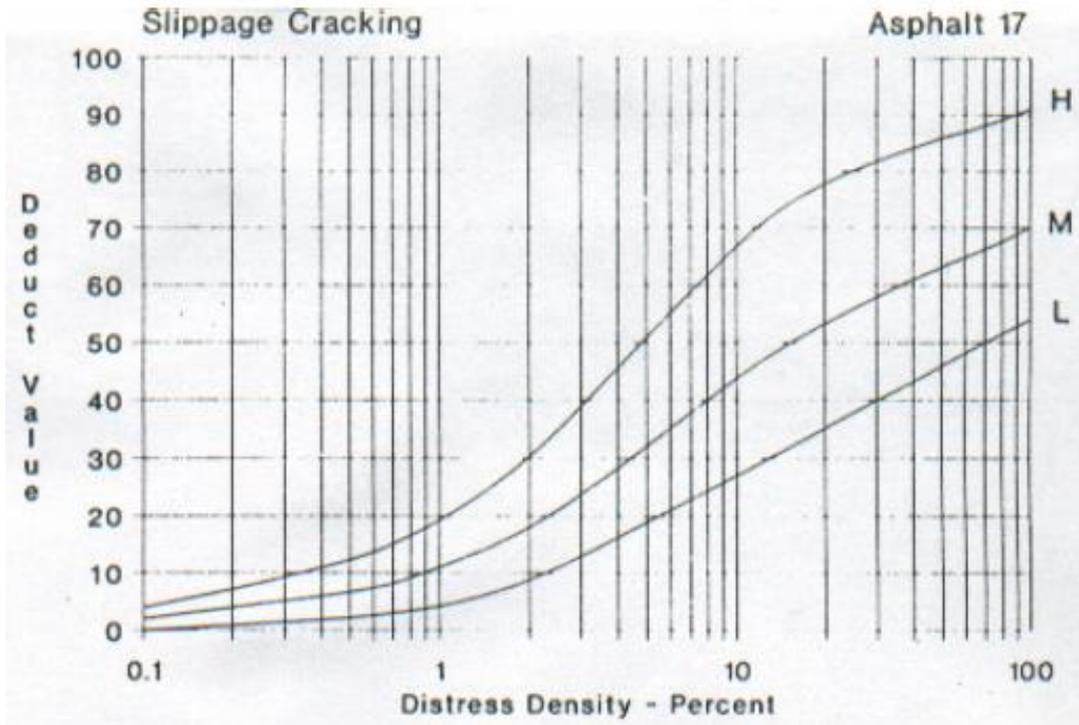
**Falla 15. Ahuellamiento**



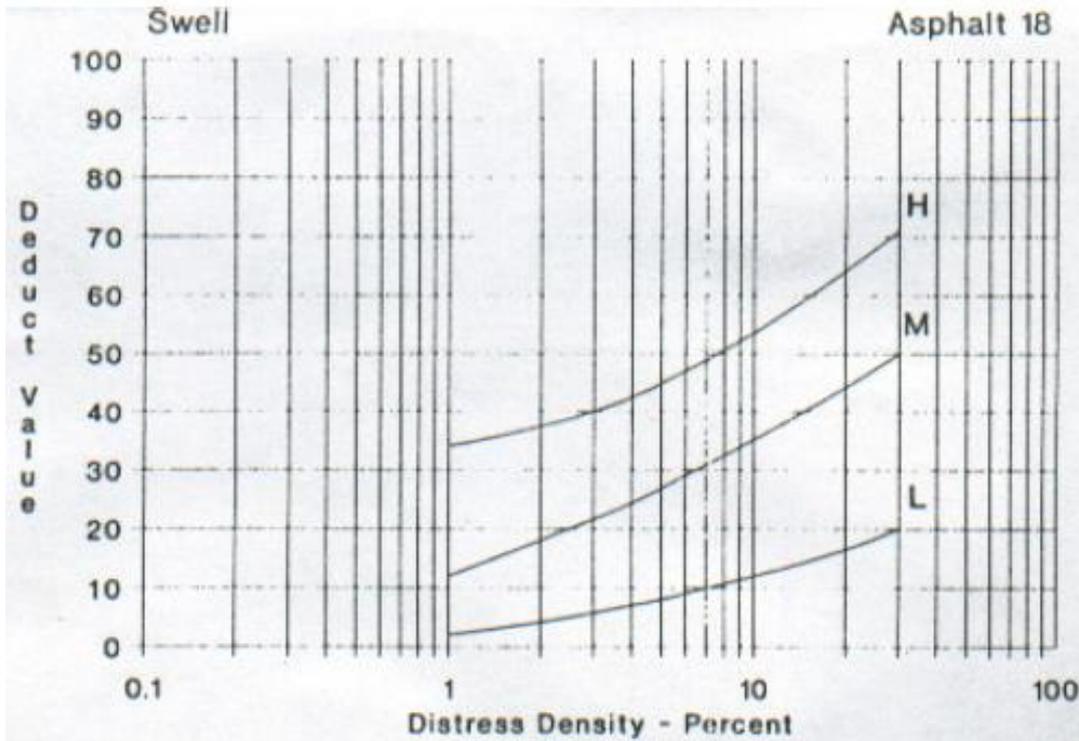
**Falla 16. Desplazamiento**



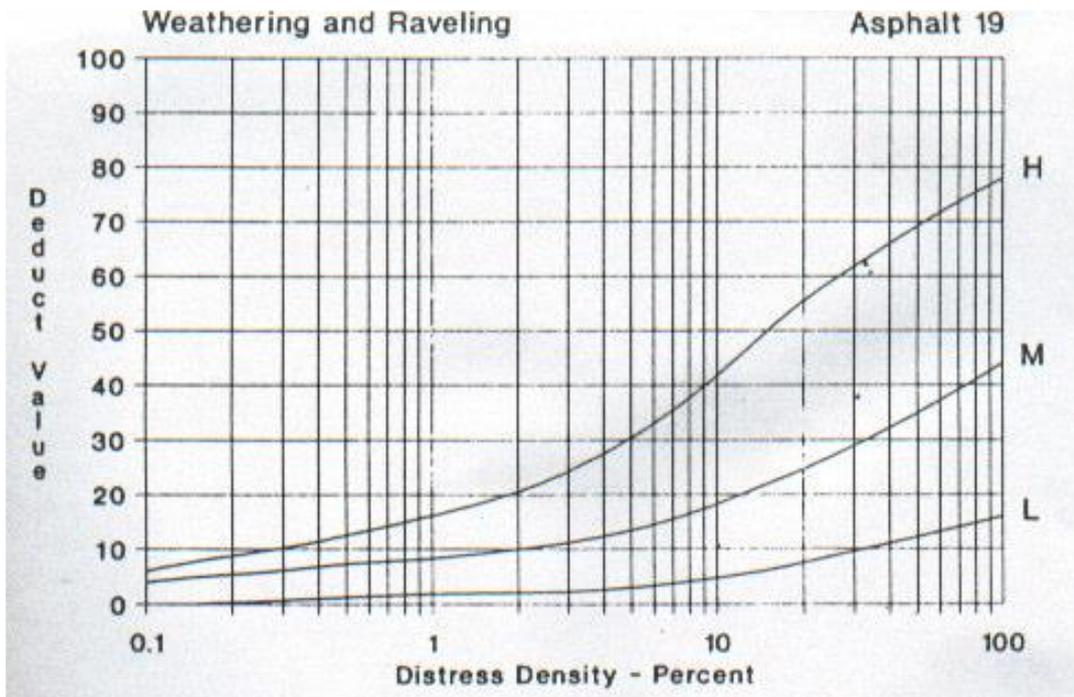
Falla 17. Grieta parabólica



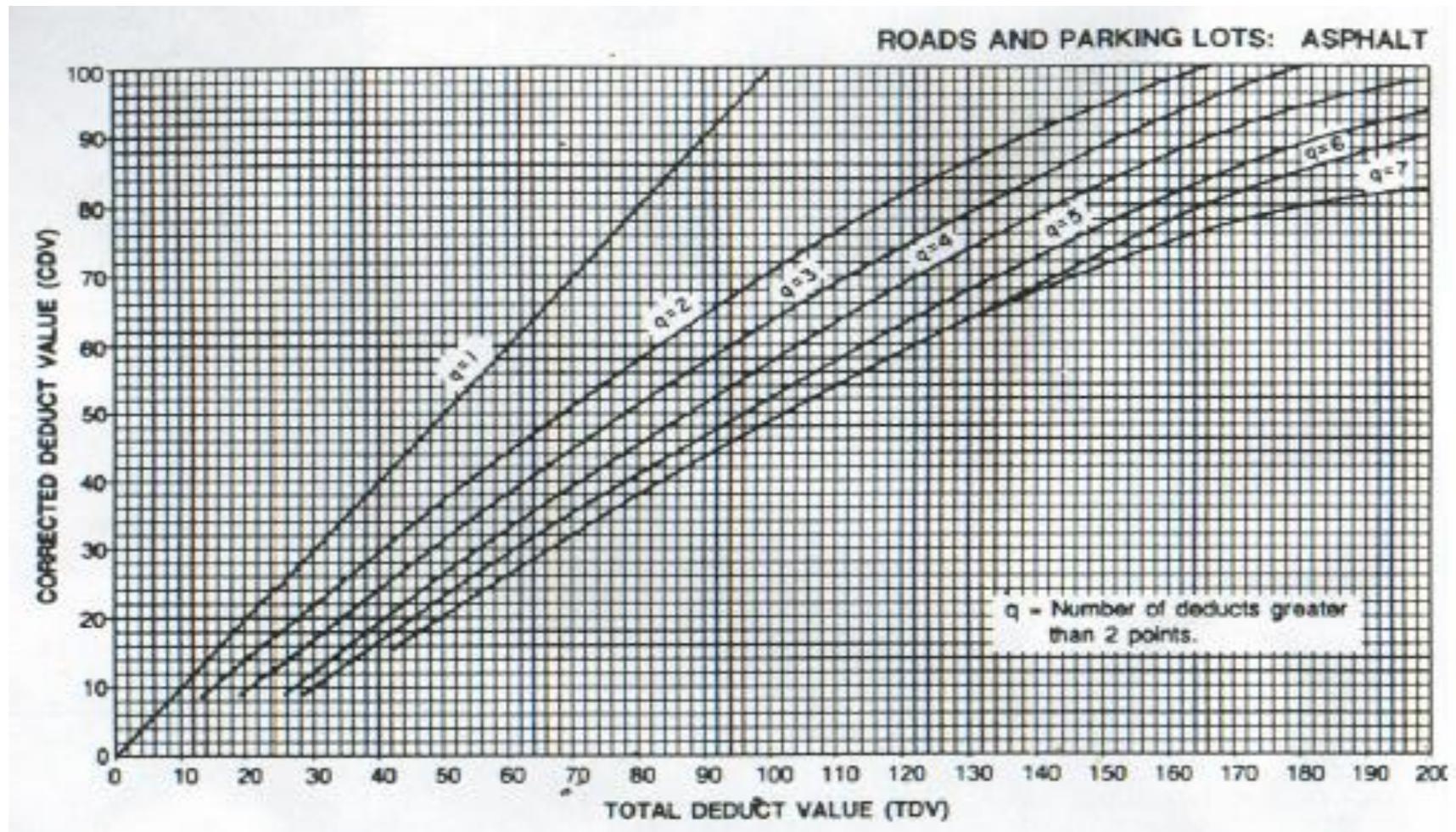
Falla 18. Hinchamiento



**Falla 19. Desprendimiento de agregados**



### 2.3.2 VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDA



## 2.4 ANEXOS FOTOGRÁFICOS

### 2.4.1 ANEXO FOTOGRÁFICO ENSAYOS DE SUELOS



Calicata 1 Abscisa km 0+920



Calicata 2 Abscisa km 2+360



Suelo obtenido calicata 1



Suelo obtenido calicata 2



Ensayo de contenido de humedad (W%)



Ensayo de granulometría tamices cuadrados



Ensayo de granulometría tamices redondos



Ensayo de límite líquido (LL) y límite plástico (LP)



Actividades del Ensayo de compactación método AASHTO modificado



Ensayo de capacidad CBR



Ensayo de capacidad CBR



Ensayo de Abrasión



Ensayo de Abrasión



Ensayo de Abrasión

## 2.4.2 ANEXO FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO.



Falla agrietamiento en bloque,  
Nivel de Severidad Bajo.



Falla Grietas Longitudinales y Transversales,  
Nivel de Severidad Bajo.



Falla Piel de Cocodrilo,  
Nivel de Severidad Medio



Nivel de Severidad Bajo y Medio



Falla Piel de Cocodrilo y Parcheo,  
Nivel de Severidad Medio



Falla Agrietamiento en bloque,  
Nivel de Severidad Bajo



Falla Piel de Cocodrilo y Parcheo,  
Nivel de Severidad Medio



Falla Agrietamiento en bloque,  
Nivel de Severidad Bajo



Falla Agrietamiento en bloque,  
Nivel de Severidad Bajo



Falla Grietas longitudinales y Transversales,  
Nivel de Severidad Bajo



Falla Grietas Longitudinales y Transversales,  
Nivel de Severidad Bajo



Falla piel de cocodrilo y Parcheo,  
Nivel de Severidad Alto



Falla Grietas Longitudinales y Transversales,  
Nivel de Severidad Medio



Falla Parcheo,  
Nivel de Severidad Medio

### 2.4.3 ANEXO FOTOGRÁFICO DE LA EVALUACIÓN DEFLECTOMÉTRICA DEL PAVIMENTO CON LA VIGA BENKELMAN.



Viga Benkelman armada



Viga armada y colocada para el ensayo



Inicio de ensayo

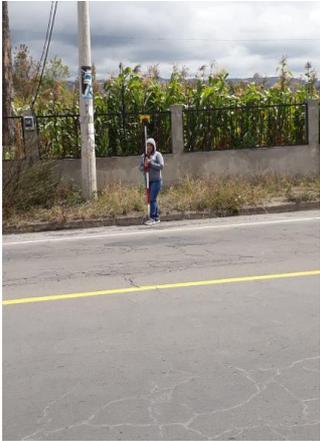


Toma de datos (deformación)



Toma de temperatura del asfalto

**2.4.4 ANEXO FOTOGRÁFICO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.**



Levantamiento Topográfico de la Vía existente Manzana de Oro - Montalvo

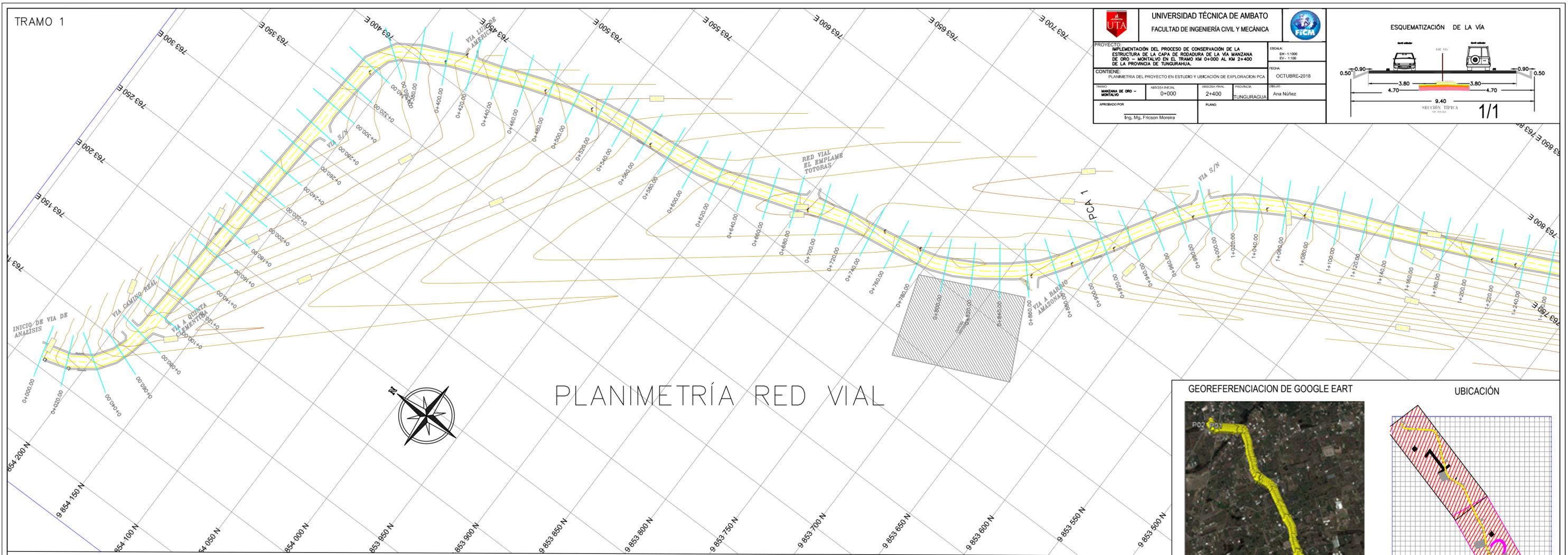


Levantamiento Topográfico de la Vía existente Manzana de Oro - Montalvo



Levantamiento Topográfico de la Vía existente Manzana de Oro - Montalvo

#### **2.4.4 ANEXO PLANOS**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAGUA.

CONTIENE: PLANIMETRÍA DEL PROYECTO EN ESTUDIO Y UBICACIÓN DE EXPLORACIÓN PCA

FECHA: OCTUBRE-2018

MANZANA DE ORO - MONTALVO

ABSCISA INICIAL: 0+000

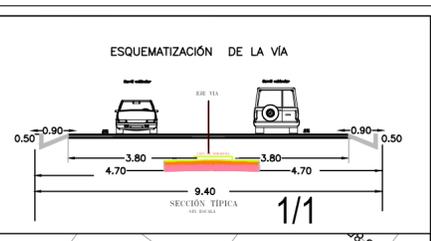
ABSCISA FINAL: 2+400

PROVINCIA: TUNGURAGUA

CELEBRO: Ana Nuñez

APROBADO POR: Ing. Mg. Filsosn Moreira

PLANO:

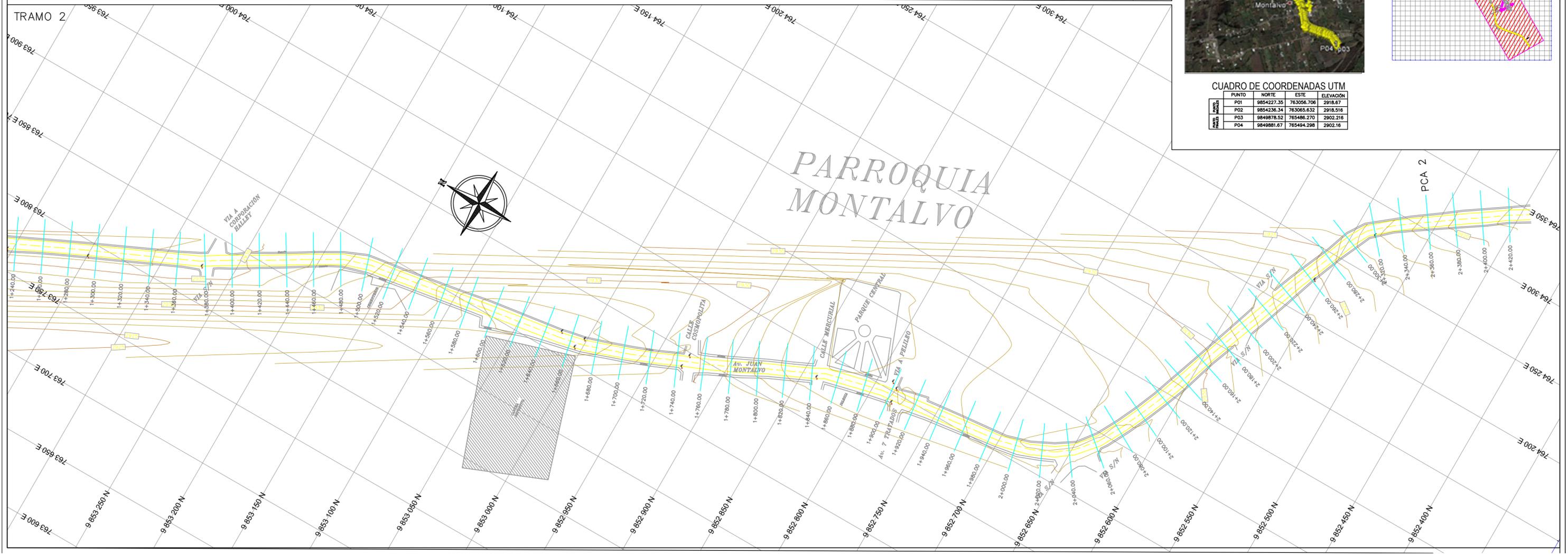


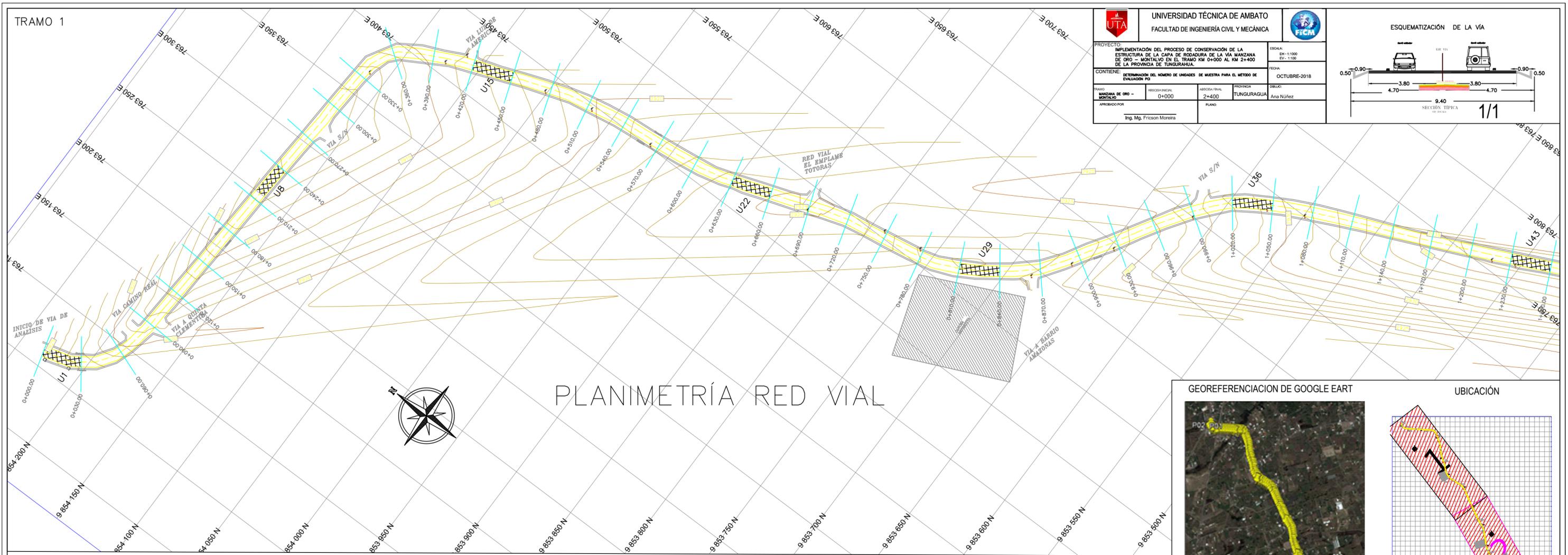
GEOREFERENCIACION DE GOOGLE EART

UBICACIÓN

**CUADRO DE COORDENADAS UTM**

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
P01	9854227.35	763056.706	2918.67
P02	9854236.34	763065.632	2918.516
P03	9849878.52	765486.270	2902.218
P04	9849881.67	765494.298	2902.16





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAGUA.

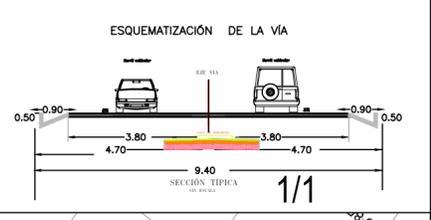
ESCALA: EH 1:1000  
EV 1:1000

FECHA: OCTUBRE-2018

CONTIENE: DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES DE MUESTRA PARA EL MÉTODO DE EVALUACIÓN PCI

TRAMO: MANZANA DE ORO - MONTALVO  
ABSCISA INICIAL: 0+000  
ABSCISA FINAL: 2+400  
PROVINCIA: TUNGURAGUA  
CIBUCO: Ana Núñez

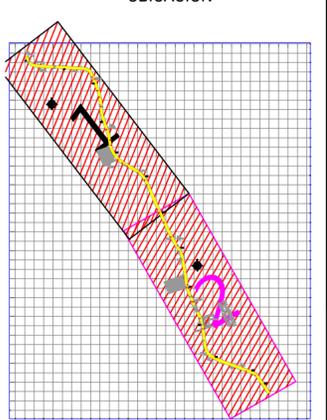
APROBADO POR: Ing. Mg. Filiscon Moreira



GEOREFERENCIACION DE GOOGLE EART

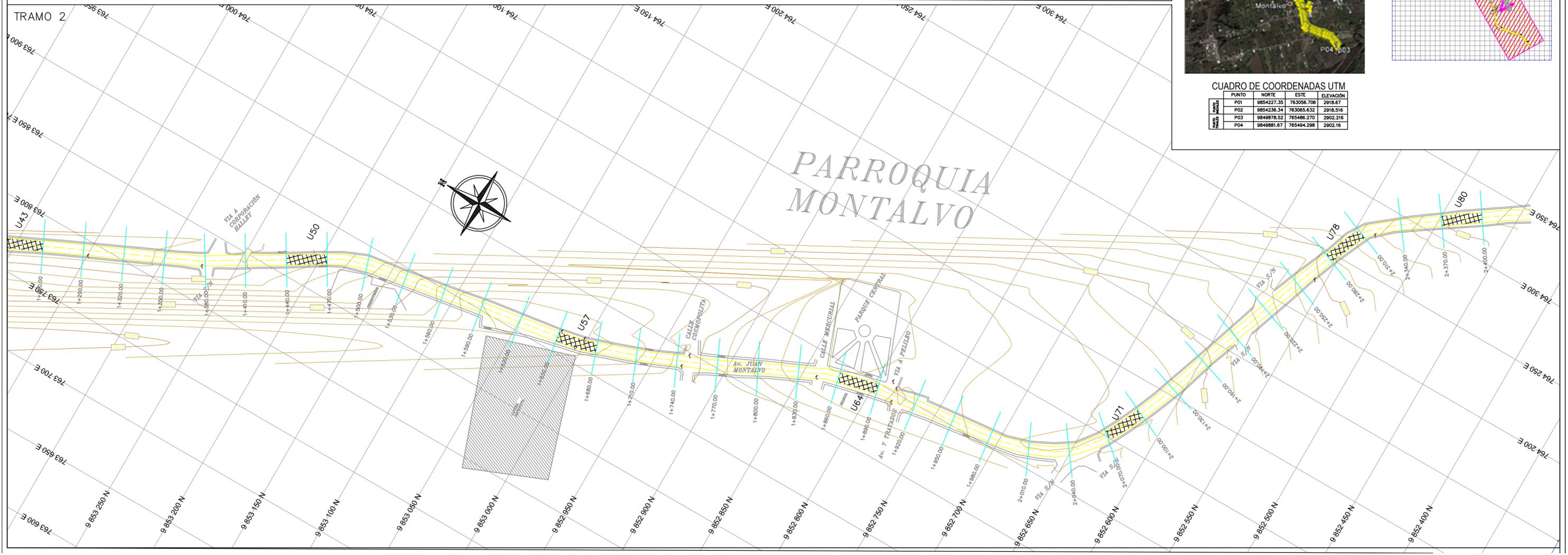


UBICACIÓN



CUADRO DE COORDENADAS UTM

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
PUNTO P01	9854227.35	763056.706	2918.67
PUNTO P02	9854236.34	763065.632	2918.516
PUNTO P03	9849878.52	765486.270	2902.218
PUNTO P04	9849881.67	765494.298	2902.16



TRAMO 1

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

PROYECTO: IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE CONSERVACION DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VIA MANZANA DE ORO - MONTALVO EN EL TRAMO KM 0+000 AL KM 2+400 DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

CONTIENE: PLANIMETRIA DE UBICACION DE ENSAYOS VIGA BENKELMAN

FECHA: OCTUBRE-2018

MANZANA DE ORO - MONTALVO

ABSCISA INICIAL: 0+000

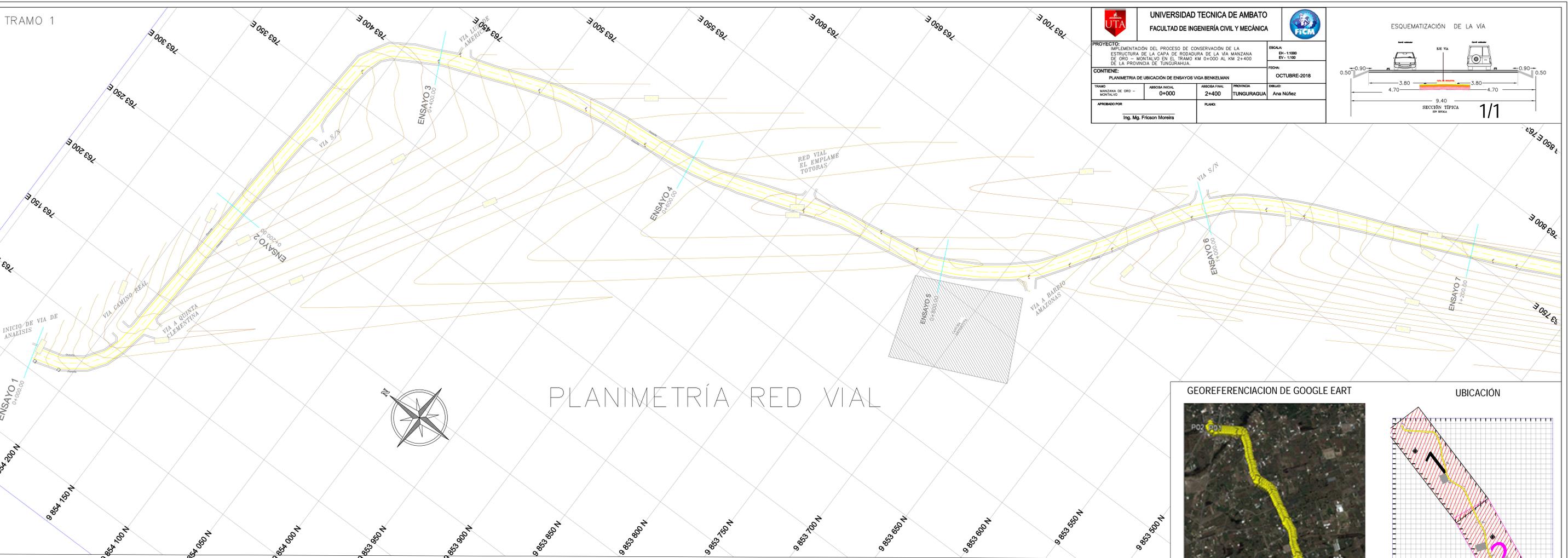
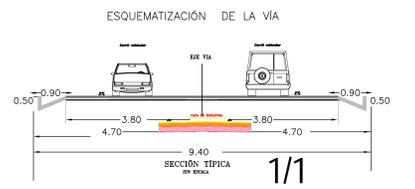
ABSCISA FINAL: 2+400

PROVINCIA: TUNGURAGUA

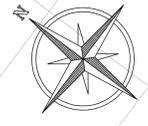
CIRIACO: Ana Nunez

APROBADO POR: Ing. Mg. Filson Moreira

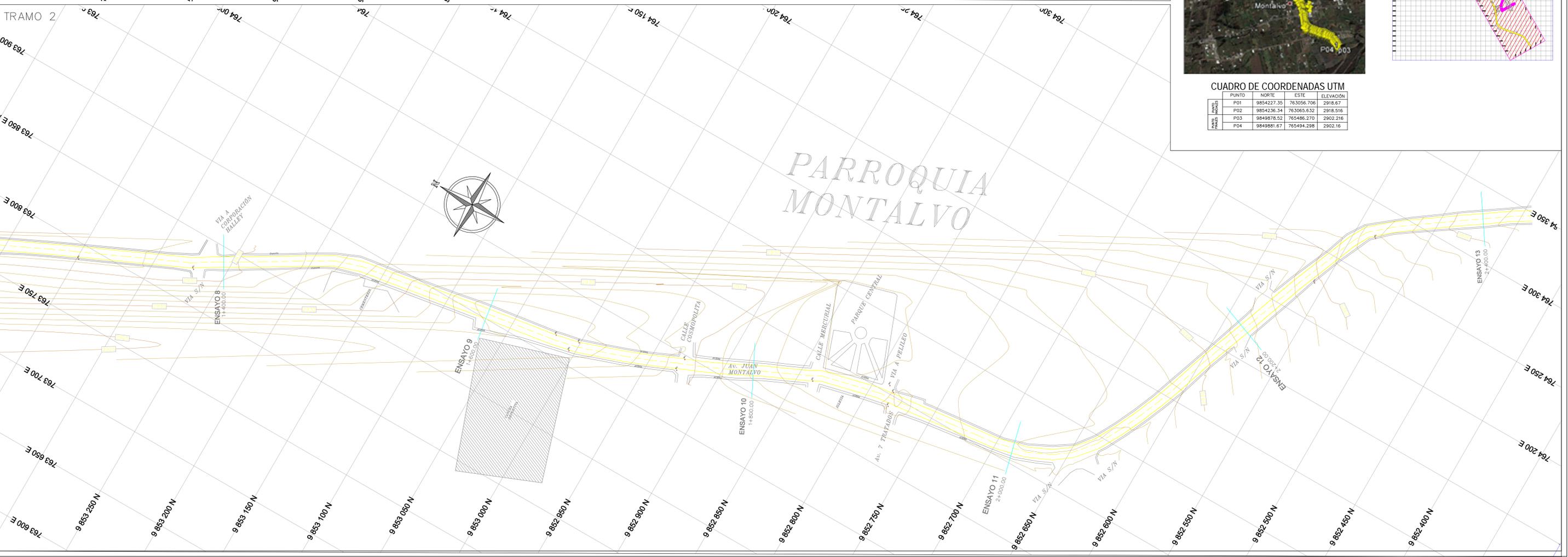
PLANO:



# PLANIMETRIA RED VIAL



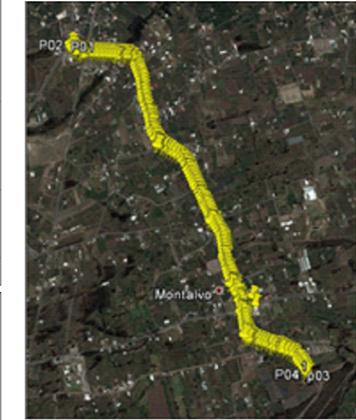
TRAMO 2



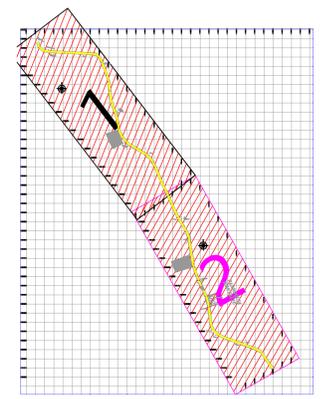
# PARROQUIA MONTALVO



GEOREFERENCIACION DE GOOGLE EART



UBICACION



CUADRO DE COORDENADAS UTM

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION
P01	9854227.35	763056.706	2918.67
P02	9854236.34	763065.632	2918.516
P03	9849878.52	765486.270	2902.216
P04	9849881.67	765494.298	2902.16