

**UTMACH**

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA DE LA AVENIDA  
FERROVIARIA DESDE LA CALLE 6 HASTA EL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL

AUTOR:

CRESPO MERA JOSE LUIS

TUTOR:

ZAMBRANO WILMER EDUARDO

MACHALA - EL ORO

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, CRESPO MERA JOSE LUIS, con C.I. 0916290240, estudiante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA DE LA AVENIDA FERROVIARIA DESDE LA CALLE 6 HASTA EL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO

- Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA.
  
- Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
  - a. Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
  
  - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

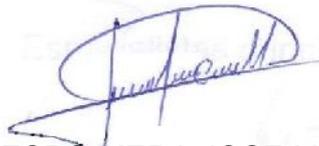
Machala, 09 de noviembre de 2015



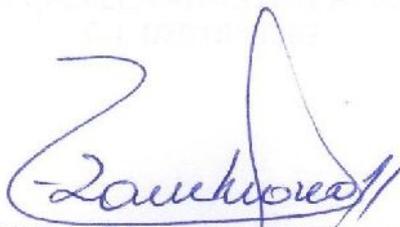
---

CRESPO MERA JOSE LUIS  
C.I. 0916290240

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA DE LA AVENIDA  
FERROVIARIA DESDE LA CALLE 6 HASTA EL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO



CRESPO MERA JOSE LUIS  
AUTOR(A)  
C.I. 0916290240  
pepeluis10@live.com



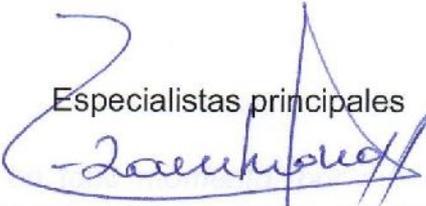
ZAMBRANO WILMER EDUARDO  
TUTOR  
C.I. 0701139941  
wzambrano@utmachala.edu.ec

Machala, 09 de noviembre de 2015

## CERTIFICAMOS

Declaramos que, el presente trabajo de titulación DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA DE LA AVENIDA FERROVIARIA DESDE LA CALLE 6 HASTA EL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO elaborado por el estudiante CRESPO MERA JOSE LUIS, con C.I. 0916290240, ha sido leído minuciosamente cumpliendo con los requisitos estipulados por la Universidad Técnica de Machala con fines de titulación. En consecuencia damos la calidad de APROBADO al presente trabajo, con la finalidad de que el Autor continúe con los respectivos tramites.

Especialistas principales



---

ZAMBRANO WILMER EDUARDO  
C.I. 0701139941



---

CARRILLO LANDIN ANGEL ANTONIO  
C.I. 0701210668



---

ARIAS PADILLA WINSTON RODOLFO  
C.I. 0701553067

Especialistas suplentes

---

LOOR CARLOS ENRIQUE  
C.I. 0701635757

---

CELLERI PACHECO JENNIFER KATHERIN  
C.I. 0704259373

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios todo poderoso por darme la vida, la salud y las fuerzas para seguir adelante con mis metas y aspiraciones propuestas .

A mi Padre: **Gerardo Crespo**, por tu cariño y aprecio desde niño y a lo largo de mi vida, dándome tu apoyo moral e incondicional en todo lo que he emprendido. Padre con orgullo te dedico este éxito.

A mi Madre: **María Mera**, por darme la vida y brindarme una enseñanza integral desde mi infancia, inculcándome valores de bien; tú has sido un modelo a seguir, por que me has enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada; por eso, con todo mi corazón y cariño te dedico este acto Madre mía, porque este éxito es tuyo.

A mis hermanas: **Paola, Mirian y Viviana** que son mis compañeras de vida, de las cuales siempre recibo todo tipo de cariño, aprecio y consejos para bien, las quiero mucho.

A mi esposa **Enma**, por estar siempre presente acompañándome en cada momento con su ayuda y amor, dándome consejos y ánimos para salir adelante.

A mis hijas **Rommy y Mariuxi** que son el pilar fundamental en mi vida, gracias hijas mías por estar siempre a mi lado.

*JOSÉ LUIS CRESPO MERA*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la sabiduría, la paciencia, el entendimiento necesario para lograr mis metas y mis objetivos, para ser lo que tú quieres que sea, para ti Señor gracias Dios.

A mis padres por la dedicación y apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi carrera estudiantil.

A mi esposa e hijas, por su amor y alegrías que me acompañaron durante todo este tiempo que hicieron salir adelante en todos los momentos difíciles.

A la Universidad Técnica de Machala especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil, a todas las autoridades y docentes de la Facultad por haberme abierto las puertas para formarme poco a poco como profesional.

A mi tutor de tesis Ingeniero Wilmer Zambrano, Mgs. por guiarme durante el desarrollo de este proyecto con sus conocimientos y experiencias profesionales sin reserva alguna.

*JOSÉ LUIS CRESPO MERA*

# DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA DE LA AVENIDA FERROVIARIA, DESDE LA INTERSECCIÓN DE LA CALLE 6 Y EL DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO (EL TREN), EN LA CIUDAD DE MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO

Autor: José Luis Crespo Mera

Tutor: Ing. Wilmer Eduardo Zambrano Zambrano, Mgs.

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación bajo el tema “Diseño Estructural de la Capa de Rodadura de la Avenida Ferroviaria, desde la Intercepción de la Calle 6 y El Distribuidor de Trafico, en la Ciudad de Machala, Provincia de El Oro”, es de vital importancia para el desarrollo socio – económico de los habitantes cercanos a este proyecto.

El proyecto tiene como fin explicar las causas del deterioro de la estructura asfáltica, ubicada en la Avenida Ferroviaria, se recopilo información de las fallas existentes y de los materiales utilizados que explicara las causas que conllevaron al deterioro paulatino.

El objetivo fundamental del proyecto es estudiar las condiciones de la vía y así evitar el rápido deterioro tanto para los vehículos como para la vía, con el fin de brindar un buen servicio a las personas que hacen uso de la misma demostrando una orientación, la cual se basa en las normas y especificaciones generales que se deben tomar en cuenta para realizar un buen diseño de la carpeta asfáltica.

El método que se empleó para el diseño del pavimento flexible es el Método AASTHO 93 y para evaluar las diferentes fallas que se encontraron en la vía de estudio se lo realizó con el método PAVER (PCI).

Dando lugar a la recopilación de toda la información técnica del proyecto, para efectuar así el respectivo presupuesto referencial, planos y cronograma de la vía en estudio.

**Palabras Claves:** Capa de rodadura, estructura, proyecto, deterioro, vía, carpeta asfáltica

# STRUCTURAL DESIGN OF THE SURFACE LAYER RAILWAY AVENUE, FROM THE INTERSECTION OF 6TH STREET AND DISTRIBUTOR OF TRAFFIC (THE TRAIN), IN THE CITY OF MACHALA, PROVINCE OF EL ORO

Author: José Luis Crespo Mera

Tutor: Ing. Wilmer Eduardo Zambrano Zambrano, Mgs.

## ABSTRACT

The present work of qualifications under the theme "structural design of the surface layer of the Railway Avenue, from the Interception of 6th Street and the distributor of traffic in the City of Machala, El Oro Province", is of vital importance for the development socio - economic of the inhabitants close to this project.

The project aims to explain the causes of the deterioration of the asphalt road structure, located in the Avenida Ferroviaria, information was collected from the flaws and the materials used to explain the causes that led to the gradual deterioration.

The fundamental objective of the project is to study the conditions of the track and thus avoid the rapid deterioration for both traffic and the track, in order to provide a good service to the people that make use of it by demonstrating a sense of direction, which is based on the rules and general specifications that should be taken into account in order to make a good design folder of the asphalt.

The method that was used for the flexible pavement design method is the AASTHO 93 and to evaluate the different failures that were found in the track of study was with the PAVER method (PCI).

Giving rise to the compilation of all the technical information of the project, to carry out the respective referential budget, plans and timetable of the track in study

**Key words:** Wearing course, structure, project, deterioration, road, asphalt

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| FRONTISPICIO .....   | iii  |
| DEDICATORIA .....  | iv   |
| AGRADECIMIENTO .....   | v    |
| ABSTRACT .....   | vii  |
| ÍNDICE GENERAL .....   | viii |
| ÍNDICE DE GRAFICOS .....   | x    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....   | xi   |
| INTRODUCCIÓN .....   | 1    |
| CAPITULO I .....   | 2    |
| 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....   | 2    |
| 1.1. Tema .....  | 2    |
| 1.2. Formulación del problema .....  | 2    |
| 1.2.1. Árbol del Problema .....  | 2    |
| 1.3 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA .....   | 3    |
| 1.4 OBJETIVOS .....  | 3    |
| 1.4.1 Objetivo General .....   | 3    |
| 1.4.2 Objetivo Específicos .....   | 3    |
| 1.5 JUSTIFICACIÓN .....  | 4    |
| CAPITULO II .....  | 5    |
| 2. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN<br>ADOPTADA .....                                  | 5    |
| 2.1. ESTUDIO DE INGENIERÍA PARA LA DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS<br>TÉCNICAS DE SOLUCIÓN Y SUS ESCENARIOS ..... | 5    |
| 2.1.1. Reconocimiento del Sector .....   | 5    |
| 2.1.2. ESTUDIO DE TRÁFICO .....  | 7    |
| 2.1.3 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA SEGÚN EL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y<br>OBRAS PÚBLICAS (M.T.O.P) .....          | 11   |
| 2.1.4 ACCIDENTABILIDAD .....   | 13   |
| 2.1.5 EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN .....  | 15   |
| 2.1.6 EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL .....   | 19   |
| 2.1.7 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO PAVER<br>19                                       |      |
| 2.1.8 TOPOGRAFIA .....   | 30   |
| 2.1.9 ¿QUÉ NECESIDADES SE VAN A SATISFACER Y CUÁL SERÁ EL<br>PRODUCTO? .....                                 | 31   |

|   |    |
|---|----|
| 2.1.10 ¿Cuál es la población objetivo? .....                                      | 31 |
| 2.1.11 ¿Dónde estará localizado el proyecto? .....                                | 31 |
| 2.2 ESTUDIO PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD .....                                  | 32 |
| 2.2.1 PREFACTIBILIDAD .....   | 32 |
| 2.2.2 FACTIBILIDAD .....  | 32 |
| 2.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN VIABLE PARA SU<br>DISEÑO ..... | 33 |
| 2.2.4 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE .....                        | 33 |
| CAPITULO III .....  | 47 |
| 3. DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN .....                          | 47 |
| 3.1. Concepción del Prototipo .....   | 47 |
| 3.2. Memoria Técnica .....  | 47 |
| 3.2.1. Justificación .....  | 47 |
| 3.2.2. Fundamentación Teórica de la Propuesta .....                               | 47 |
| 3.2.3. Ubicación sectorial y física .....   | 48 |
| 3.2.4. Impacto y Beneficios .....   | 48 |
| 3.2.5. Planos de diseño definitivos .....   | 48 |
| 3.2.6. Especificaciones Técnicas .....  | 49 |
| 3.3. Presupuesto (general) .....  | 56 |
| 3.4. PROGRAMACIÓN DE OBRAS (Project) .....  | 57 |
| 3.5. CONCLUSIONES .....   | 58 |
| 3.6. RECOMENDACIONES .....  | 58 |
| Referencias bibliográficas .....  | 59 |
| ANEXOS 1 .....  | 61 |
| CONTEO DE TRÁFICO .....   | 61 |
| ANEXOS 2 .....  | 62 |
| CALCULO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE .....                                     | 62 |
| ANEXOS 3 .....  | 63 |
| PLANOS .....  | 63 |

## ÍNDICE DE GRAFICOS

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Grafico 1: Ubicación del Proyecto Técnico.....</i>  | <i>7</i>  |
| <i>Grafico 2: Accidentes de tránsito en la Avenida Ferroviaria .....</i>                             | <i>14</i> |
| <i>Grafico 3: Porcentajes de accidentes de tránsito según el año en la Avenida Ferroviaria .....</i> | <i>15</i> |
| <i>Grafico 4: Señalización en la Avenida Ferroviaria desde Redondel hasta calle 6.....</i>           | <i>17</i> |
| <i>Grafico 5: Valor promedio de conservación P.C.....</i>  | <i>18</i> |
| <i>Grafico 6: Escala de graduación de Pavimento Flexible .....</i>                                   | <i>20</i> |
| <i>Grafico 7: Nomograma: Corrección para Pavimento Flexible.....</i>                                 | <i>29</i> |
| <i>Grafico 8: Estructura del Pavimento Flexible.....</i>   | <i>34</i> |
| <i>Grafico 9: Espesores de la estructura del pavimento .....</i>                                     | <i>38</i> |
| <i>Grafico 10: Nomograma para estimar el coeficiente estructural <math>a_1</math>.....</i>           | <i>39</i> |
| <i>Grafico 11: Nomograma para estimar el coeficiente estructural <math>a_2</math>.....</i>           | <i>40</i> |
| <i>Grafico 12: Nomograma para estimar el coeficiente estructural <math>a_3</math>.....</i>           | <i>41</i> |
| <i>Grafico 13: Valor de SN.....</i>  | <i>43</i> |
| <i>Grafico 14: Flujo vehicular en la Av. Ferroviaria.....</i>  | <i>47</i> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <i>Tabla 1: Tipos de vehículos</i> .....  | 8  |
| <i>Tabla 2: Tráfico hora pico</i> .....   | 9  |
| <i>Tabla 3: Calculo de proyecciones del TPDA</i> .....  | 10 |
| <i>Tabla 4: Tasa de crecimiento de tráfico</i> .....  | 10 |
| <i>Tabla 5: Proyección del tráfico futuro</i> .....   | 11 |
| <i>Tabla 6: Clasificación de las vías T.P.D.A</i> .....                                       | 11 |
| <i>Tabla 7: Clasificación de las carreteras</i> .....   | 12 |
| <i>Tabla 8: Valores de velocidad de diseño</i> .....  | 12 |
| <i>Tabla 9: Porcentaje de velocidad de diseño AASHTO</i> .....                                | 12 |
| <i>Tabla 10: Números de accidentabilidad</i> .....  | 13 |
| <i>Tabla 11: Clases de Accidentes</i> .....   | 14 |
| <i>Tabla 12: Calificación Visibilidad</i> .....   | 15 |
| <i>Tabla 13: Calificación Posición</i> .....  | 16 |
| <i>Tabla 14: Calificación Formula</i> .....   | 16 |
| <i>Tabla 15: Calificación Decoloración</i> .....  | 16 |
| <i>Tabla 16: Calificación Desgaste</i> .....  | 17 |
| <i>Tabla 17: Calificación Suciedad</i> .....  | 17 |
| <i>Tabla 18: Evaluación del índice de estado de Señalización Vertical</i> .....               | 18 |
| <i>Tabla 19: Unidad de muestreo ponderado</i> .....   | 20 |
| <i>Tabla 20: Cuadro para la identificación de fallas para Pavimento Flexible (MTOP)</i> ..... | 21 |
| <i>Tabla 21: Tabla de resumen de resultado del PCI</i> .....                                  | 29 |
| <i>Tabla 22: Coordenadas de inicio y fin del proyecto</i> .....                               | 31 |
| <i>Tabla 23: Índice de Serviciabilidad</i> .....  | 35 |
| <i>Tabla 24: Índice de Serviciabilidad</i> .....  | 36 |
| <i>Tabla 25: Cálculo del número de eje equivalente a 8.2 Ton</i> .....                        | 36 |
| <i>Tabla 26: Niveles sugeridos de confiabilidad R</i> .....                                   | 37 |
| <i>Tabla 27: Valores de desviación estándar con respecto a la confiabilidad</i> .....         | 37 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Tabla 28: Valores mínimos de espesores en función de ejes equivalentes</i> .....     | 39 |
| <i>Tabla 29: Coeficientes estructurales de carpeta asfáltica <math>a_1</math></i> ..... | 40 |
| <i>Tabla 30: Coeficientes estructurales de carpeta asfáltica <math>a_2</math></i> ..... | 41 |
| <i>Tabla 31: Coeficientes estructurales de carpeta asfáltica <math>a_3</math></i> ..... | 42 |
| <i>Tabla 32: Resumen de variables</i> .....   | 42 |
| <i>Tabla 33: Cuadro de resumen de los espesores del Pavimento Flexible</i> .....        | 45 |
| <i>Tabla 34: Coordenadas de inicio y fin del proyecto</i> .....                         | 48 |
| <i>Tabla 35: Limites del proyecto técnico</i> .....                                     | 48 |

## INTRODUCCIÓN

Un proyecto vial es de gran utilidad, ya que al construir una vía no solo tiene la obligación de unir dos o más puntos, sino que también la de generar desarrollo y progreso a todas las áreas que se incorporen al sistema vial. Por ello el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), es el encargado de planear, proyectar, construir, y mantener en buen estado los caminos en nuestro país.

Machala es una ciudad que va en desarrollo integral, mejorando la calidad de vida de sus habitantes, y un factor principal son sus calles y/o avenidas. Sin embargo aún falta mucho por mejorar y es en donde el estado de la Avenida Ferroviaria en el cantón Machala va en un creciente deterioro, ya que se han visto afectada por problemas de distinta índole, producto de una mala calidad de la carpeta asfáltica e inestabilidad de la capa de sustentación de la sub-rasante, la misma que ha traído como consecuencia incomodidad en los transeúntes y daños en los vehículos que circulan por esta zona.

*Este artículo procura exponer las bases de análisis espacial para la centralidad urbana. Para eso conceptualiza la centralidad como una dimensión de jerarquía de la forma urbana y, a partir de ello, desenvuelve diferentes maneras de explicarla. En primer lugar, procura reunir medios descriptivos, adecuados para capturar los componentes y relaciones existentes en la forma urbana, fundamentalmente, como componentes, las unidades de espacio abierto y de formas construidas, como relaciones de proximidad y de distancia, y su síntesis en gráficos urbanos.(1)*

*La complejidad de las labores de planeación, ejecución y control del mantenimiento vial hace necesaria su sistematización desde el punto de vista técnico y organizacional (2)*

*El confort del espacio privado es muy importante para la calidad de vida de una ciudad, pero a nivel estratégico es tanto o más importante la calidad de su espacio público. Es ahí donde mejor se expresa la identidad de una ciudad y la mejor carta de presentación para demostrar confiabilidad.(3)*

Con esta premisa se desarrolla un proyecto técnico basado en la problemática "El mal estado de la capa de rodadura de la Avenida Ferroviaria, desde intercepción calle 6 y distribuidor de tráfico, del cantón Machala y su incidencia en conductores, habitantes y peatones". Debido a que esta calle está situada al ingreso de la ciudad, podemos recalcar que esta calle, es alterna al ingreso y salida de vehículos de transporte público.

*Desde el punto de vista de los usuarios, la gestión del mantenimiento de pavimentos tiene por objetivos: otorgar al usuario confort y seguridad; mantener la calidad funcional del pavimento (resistencia al deslizamiento, apariencia, etc.), mantener bajos los costos de operación del usuario(4)*

Por lo tanto el presente proyecto de titulación tiene como finalidad explorar todo lo que concierne al deterioro de la Avenida Ferroviaria, desde intercepción calle 6 y distribuidor de tráfico, del cantón Machala, para determinar el malestar que sufre la población en su vida diaria, así como los peligros que sufren los conductores y peatones que circulan por esta vía.

# CAPITULO I

## 1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. Tema

Diseño estructural de la capa de rodadura de la avenida Ferroviaria, desde la intersección de la calle 6 y el distribuidor de tráfico (El Tren), en la Ciudad de Machala, Provincia de El Oro.

### 1.2. Formulación del problema

Deterioro paulatino de la capa de rodadura de la avenida Ferroviaria, desde la intersección de la calle 6 hasta el distribuidor del tráfico (El Tren).

#### 1.2.1. Árbol del Problema



### 1.3 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

Unos de los inconvenientes que enfrenta nuestro país es la falta de mantenimiento de las vías, lo cual es consecuencia de la mala planificación de los gobernantes, si bien es cierto que se ejecutan proyectos de construcción en los últimos años se han mejorado notablemente las vías a nivel nacional; sin embargo es deficiente la señalización, mantenimiento de vías secundarias para la comunicación de todas las regiones de nuestro país para así optimizar la calidad de vida de los habitantes.

*No es difícil imaginar los problemas que causa la falta de movilidad en un país: desde llegar tarde al trabajo, hasta la escasez de abastecimiento. Pero controlar los procesos que intervienen en mantener las vías en buen estado no es tarea fácil. Por ello, se han creado los Sistemas de Gestión de Pavimentos (PMS, por su sigla en inglés), término que originalmente empezó a usarse a finales de los años sesenta, a partir de los trabajos de investigación de la American Association of State Highway Officials (AASHO), la University of Texas y el Texas Transportation Institute.(5)*

*El flujo vehicular en hora punta se ve afectado por la incapacidad operativa de los mismos corredores para atender la demanda vehicular actual, generando situaciones de congestión vehicular, afectando la calidad de vida de sus habitantes y volviendo poco e? caz la economía propia y de la región(6)*

A nivel provincial la vialidad es muy diversa, siendo que existen vías principales que se encuentran en regular y mal estado siendo algunas administradas por empresas concesionarias y otras por el respectivo consejo provincial.

En el sector de la Avenida Ferroviaria, perteneciente al cantón Machala a pesar de ser muy transitadas, presenta déficit en la calidad del hormigón asfáltico y estudio del suelo, ya que causa un malestar en conductores y peatones que circulan por dicha Avenida y da una mala presencia al cantón afectando al turismo local y nacional.

Las calles se encuentran deterioradas debido a que no hubo un buen estudio de tráfico y no ha habido el respectivo mantenimiento que requiere la Avenida Ferroviaria, lo que lleva como consecuencia peligros a la sociedad que transitan por estas calles.

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo General

Realizar el Diseño Estructural de la Capa de rodadura de la Avenida Ferroviaria, desde la intersección de la Calle 6 y el distribuidor de tráfico (El Tren), correspondiente al cantón Machala, Provincia de el Oro, para mejorar las condiciones de movilidad vial.

#### 1.4.2 Objetivo Específicos

- Realizar el diagnóstico del estado actual de la capa de rodadura de la Avenida Ferroviaria, desde la intersección de la Calle 6 y el distribuidor de tráfico (El Tren), correspondiente al cantón Machala, Provincia de el Oro.
- Obtener el diseño de la estructura de la capa de rodadura de la Avenida Ferroviaria, desde la intersección de la Calle 6 y el distribuidor de tráfico (El Tren), correspondiente al cantón Machala, Provincia de el Oro.

- Determinar el estudio de tráfico de la Avenida Ferroviaria, desde la intercepción de la Calle 6 y el distribuidor de tráfico (El Tren), correspondiente al cantón Machala, Provincia de el Oro.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto técnico tiene la finalidad de solucionar el mal estado de la capa de rodadura en la avenida Ferroviaria del cantón Machala y el malestar que provoca en los conductores, habitantes y peatones, y así propiciar y mejorar el urbanismo de la ciudad de Machala.

Los habitantes del cantón Machala son los beneficiarios directos ya que si se mejora la vialidad en este cantón habría menos daños al tránsito vehicular y peatonal, mayor facilidad de transporte no solo público sino privado y los peatones más seguros de transitar por esta vía.

*Los modelos de comportamiento permiten predecir la condición de deterioro de un pavimento y el desarrollo de programas de mantenimiento, normalmente cuando se evalúa el desempeño de un pavimento a través del modelo de deterioro, el pronóstico corresponde a un valor determinista.(7)*

*La congestión vehicular empeora la movilidad de una ciudad y las medidas para mitigarlo transforman una ciudad poco eficiente y por ende poco competitiva en comparación con otras ciudades del mundo.(8)*

## CAPITULO II

### 2. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN ADOPTADA

#### 2.1. ESTUDIO DE INGENIERÍA PARA LA DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE SOLUCIÓN Y SUS ESCENARIOS

Para el presente proyecto, se ha considerado estudios preliminares de campo en la Avenida Ferroviaria, desde la intersección de la Calle 6 y el distribuidor de Tráfico (El Tren), se ve la necesidad de realizar un diagnóstico técnico que nos determine el grado de deterioro que se encuentra la vía, para esto se realizara los siguientes estudios de ingeniería.

- ❖ Reconocimiento del sector
  - Estado actual de la vía
  - Reconocimiento de sitios aledaños al sectores
  - Toma de fotografías
  - Observación de la señalización horizontal y vertical
- ❖ Estudio de tráfico (TPDA)
- ❖ Estudio de la velocidad de circulación
- ❖ Evaluación de los accidentes en el tramo de estudio
- ❖ Evaluación de la Señalización existente
- ❖ Evaluación del Pavimento
- ❖ Estudio topográficos

##### 2.1.1. Reconocimiento del Sector

###### 2.1.1.1. Estado actual de la Vía

La situación actual de la Avenida Ferroviaria, desde la intercepción de la Calle 6 y el distribuidor de tráfico (El Tren), está en mal estado no acorde a las características comerciales de la ciudad, posee características que tornan insegura existiendo dificultad para la movilización, influyendo en las actividades económicas, sociales, salud, etc.

El ancho actual de la calzada es de 7,30 m

- Desde las intersecciones del distribuidor de tráfico (Tren) hasta la Calle 6, no tiene cunetas, para la descarga de aguas superficiales.
- El pavimento presenta un avanzado deterioro
- El sistema de drenaje es obsoleto debido a que ya paso su vida útil.

- Existe dos semáforos en la intersección de la Avenida Ferroviaria y Calle 6

#### **2.1.1.2. Movilidad**

En la intersección de la Avenida ferroviaria y Calle 6, en el Este de la ciudad. Allí, el tránsito vehicular se torna caótico, especialmente en las horas pico debido a la gran cantidad de automotores que circulan a escuelas y colegios o trasladan personas a sus lugares de trabajo, situación que constituye un riesgo para los ciudadanos.

*La eficiente movilidad urbana de los recursos productivos, sean éstos humanos, materiales, financieros o informacionales, pasan a constituir un imperativo funcional fundamental tanto a nivel urbano como interurbano.(9)*

#### **2.1.1.3. Transito**

El uso ineficiente del espacio público en el corredor con unidades pequeñas como camionetas rurales y taxis para el transporte, motocicletas y la gran cantidad de buses, ocasionan problemas de congestión.

*El tráfico representa en la actualidad un gran reto a resolver debido al número de usuarios cada vez mayor que necesitan transportarse hacia las grandes ciudades para realizar sus actividades económicas, sociales, culturales y de cualquier índole. Más aún, el transporte no es exclusivo de los usuarios, ya que los productos que se consumen o se comercializan también necesitan ser transportados, lo que agudiza más el problema acerca del incremento del número de vehículos que transitan a través de las ciudades y que provocan problemas serios de tráfico vehicular, además de contaminación, exceso de ruido, incremento del número de accidentes viales.(10)*

*La Dinámica Urbana plantea políticas públicas de seguridad vial y peatonal incluyentes e integrales que amplíen el enfoque conductual humano, de exposición y de factores ambientales a un enfoque poblacional, de cultura ciudadana y de visión social del riesgo. Es necesario pensar lo público desde los pactos sociales establecidos con políticos y entes gubernamentales, en el contexto local y municipal, con el fin de que se logre la concordancia con los elementos que lo componen.(11)*

Por este sector pasan las cooperativas de transportes intercantonales de pasaje, El Guabo, Chilla, Balsas y Marcabeli, del mismo modo las líneas de transporte 5, 11, 2, 3,18 hasta las once de la noche de lunes a domingo.

#### **2.1.1.4. Señalización**

Se puede apreciar la existencia de velocidades bajas de circulación. Las principales causas de esta velocidad promedio, se encuentran el sistema de control de semáforos poco eficiente.

*Las señales son esenciales para la seguridad y comodidad de los usuarios de una vía, de acuerdo con los principios técnicos y estudios sobre los vehículos, accidentes, velocidades, demoras y reacciones de los conductores; por ello su estado de conservación es fundamental para el buen funcionamiento de la misma, y por consiguiente, el CONTROL DE CALIDAD DE LA SEÑALIZACIÓN, tanto en el momento de su instalación, como a lo largo de su vida útil, es fundamental no sólo para la mejora de la seguridad vial (a la mejor relación de calidad-precio), sino también a la racionalización y previsión de su inversión(12)*

### 2.1.1.5. Pavimento

El estado actual de la calzada de la Avenida Ferroviaria desde la intersección del distribuidor de tráfico (El Tren) hasta la Calle 6 se encuentra deteriorada en algunos tramos y posee diferentes tipos de fallas en el pavimento, esto se debe por la falta de mantenimiento y que ya cumplió su periodo de diseño. Así mismo, a lo largo de esta vía no cuenta con señalización (Horizontal y Vertical).

*La práctica actual de análisis y diseño de pavimentos asfálticos se basa generalmente en la aplicación de métodos netamente empíricos, tales como el método AASTHO. Estos métodos están muy restringidos a las condiciones para las que fueron calibrados, y por años han dado resultados insatisfactorios.(13)*

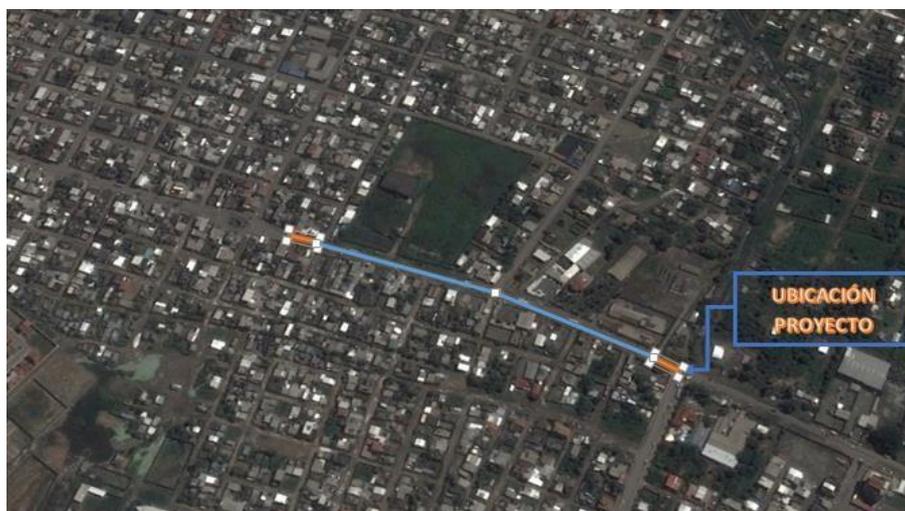
*Para evitar el deterioro de los pavimentos se establecen procedimientos de administración vial capaces de generar un completo control en cuanto a mantenimiento y rehabilitación. Para realizar dichos procesos se establecen estrategias que permiten identificar el problema.(14)*

*La evaluación de las intervenciones de conservación del pavimento es el componente más importante de un sistema de gestión de pavimentos. Es necesaria una metodología racional para evaluar alternativas para maximizar la conservación del pavimento de proyectos y beneficios a nivel de red. La falta de una orientación adecuada sobre el calendario de mantenimiento preventivo tratamientos fue la principal motivación para este estudio.(15)*

### 2.1.2. ESTUDIO DE TRÁFICO

El estudio de tráfico vehicular tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera, así como estimar el origen – destino de los vehículos. Es fundamental conocer las características del tránsito que circula actualmente en la Avenida Ferroviaria; en el grafico 1 podemos observar el tramo en estudio.

**Grafico 1:** Ubicación del Proyecto Técnico



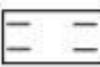
**Fuente:** Google Earth.

### 2.1.2.1. Metodología del estudio de tráfico

Se realizó el conteo de forma manual en función del tipo de vehículo existente de acuerdo con las “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” del MTOP. Clasificación que se compone de vehículos; ligeros, buses, camiones: camión de 2 ejes, camión de 3 ejes o más.

En la siguiente tabla vemos los tipos de vehículos según la clasificación del M.T.O.P del Ecuador.

**Tabla 1:** Tipos de vehículos

| TIPO DE VEHÍCULO   | EJE         | ESQUEMAS |   | SÍMBOLO  |       |
|--------------------|-------------|----------|---|--|-------|
|                    |             | PERFIL   | PLANTA  |  |       |
| VEHÍCULOS LIVIANOS | AUTOMÓVILES | 2        |    |   | P     |
|                    | CAMIONETAS  | 2        |    |   | C     |
| VEHÍCULOS PESADOS  | BUS         | 2        |    |    | B1    |
|                    |             | 3        |   |  | B2    |
|                    | CAMIONES    | 2        |  | Camión 2 ejes Pequeño  | C-2-P |
|                    |             | 2        |  | Camión 2 ejes Grande   | C-2-G |
|                    |             | 3        |  | Camión 3 ejes  | C-3   |
|                    |             | 4        |  | Camión 4 ejes  | C-4   |
|                    |             | 5        |  | Camión 5 ejes  | C-5   |
|                    |             | 6        |  | Camión 6 ejes  | C-6   |

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP

Para realizar el cálculo del TPDA, se colocó dos estaciones de conteo en los puntos donde se produce mayor demanda vehicular, la primera estación en el redondel del tren y la segunda en la intersección de la Avenida Ferroviaria y la calle 6 (Alejandro Castro Benítez).

Se realizó el censo volumétrico de tráfico durante 3 días lunes, miércoles y viernes en horas pico desde las 6:00 AM hasta las 8:00 AM por la mañana, de 12:00 AM hasta las 14:00 AM por la tarde y de 18:00 PM hasta las 19:00 PM.

El formato del conteo de tráfico se presenta en el Anexo 1:

Del censo volumétrico de tráfico realizado se obtuvo la siguiente tabla:

**Tabla 2:** Tráfico hora pico

| HORAS             | LIVIANOS | BUSES  | PESADOS |       | TOTAL   |
|-------------------|----------|--------|---------|-------|---------|
|                   |          |        | C-2-P   | C-2-G |         |
| 18:00 - 18:15     | 21       | 6      | 5       | 1     | 33      |
| 18:15 - 18:30     | 35       | 4      | 7       | 0     | 46      |
| 18:30 - 18:45     | 25       | 6      | 3       | 1     | 35      |
| 18:45 - 19:00     | 13       | 4      | 3       | 1     | 21      |
| <b>TOTAL</b>      | 94       | 20     | 18      | 3     | 135     |
| <b>PORCENTAJE</b> | 69,63%   | 14,81% | 13,33%  | 2,22% | 100,00% |

*Fuente: Normas de Diseño Geometrico-2003*

Según el MTOP si se considera el hecho de que la población se mueve por hábitos y al no existir una variación en la estructura social de un país, las variaciones permanecerán constantes en periodos más o menos largos, por lo que el TPDA se puede calcular a base de muestreos.

**2.1.2.2 Calculo del Factor Hora Pico**

$$Q = \frac{Q_{15 \text{ máx.}}}{4}$$

Dónde:

Q = Volumen de tráfico durante una hora.

Q15 máx. = Volumen máximo registrado durante 15 minutos consecutivos de esa hora.

Según el cuadro 9 tenemos:

$$Q = \frac{135}{4(46)}$$

$$Q = 0.73$$

**2.1.2.3 Transito hora pico**

Para este proyecto se toma como referencia el volumen de la 30tava hora para proyecciones a años futuros por lo cual se toma como referencia el tránsito para zonas urbanas del 10%

|                  | Vías Urbanas | Vías Rurales     |
|------------------|--------------|------------------|
|                  | 12%          | 18%              |
| 10% Vías Urbanas |              | 15% Vías Rurales |
|                  | 8%           | 12%              |

$$Q_v \times FHP$$

$$\frac{Q_v \times FHP}{\% (30 \text{va hora})} =$$

Dónde:

$Q_v$  = Volumen vehículo durante una hora

FHP = Factor hora pico

%(30va hora) = Porcentaje Treintava Hora

Calculamos la proyección del TPDA:

**Tabla 3:** Calculo de proyecciones del TPDA

| TIPO DE VEHICULO |               |                           |                         |                              |                     |
|------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|
| VEHICULO         | TPDA (ACTUAL) | TRAFICO GENERADO TPDA*20% | TRAFICO ATRIDO TPDA*10% | TRAFICO DESARROLLADO TPDA*5% | TPDA (futuro total) |
| Livianos         | 686           | 137                       | 69                      | 34                           | 926                 |
| Buses            | 146           | 29                        | 15                      | 7                            | 197                 |
| Pesados          | 153           | 31                        | 15                      | 8                            | 207                 |
| TOTAL            | 986           | 197                       | 99                      | 49                           | 1330                |

**Fuente:** Autor – 2015

Del siguiente cuadro obtenemos la tasa de crecimiento vehicular anual para la provincia de El Oro, en el periodo 2010 a 2015.

**Tabla 4:** Tasa de crecimiento de tráfico

| Tasa de Crecimiento de Trafico Provincia de El Oro |             |             |
|--|-------------|-------------|
| Tipo de Vehículo                                   | Periodo     |             |
|  | 2010 - 2015 | 2015 - 2020 |
| Livianos   | 3,65        | 3,18        |
| Buses  | 2,66        | 2,29        |
| Camiones   | 1,87        | 1,68        |

**Fuente:** Normas de Diseño Geometrico-2003

Con el cuadro anterior se procede a calcular el TPDA futuro para un periodo de 10 y 20 años. El tráfico futuro es un tráfico calculado para varios años hacia adelante y en

ausencia de datos históricos, se toman en consideración las proyecciones del tráfico. Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y en los demás datos de diseño geométrico del proyecto.

**Tabla 5:** Proyección del tráfico futuro

|   | <b>Livianos</b> | <b>Buses</b> | <b>Camiones</b> |
|---|-----------------|--------------|-----------------|
| <b>TPDA actual</b>                          | 926             | 197          | 207             |
| <b>Índice de crecimiento vehicular (i)%</b> | 3,18%           | 2,29%        | 1,68%           |
| <b>Periodo de diseño para 10 años</b>       | 10              | 10           | 10              |
| <b>TPDA futuro</b>                          | 1267            | 247          | 244             |
| Total 10 años                               |                 | <b>1759</b>  |                 |
| <b>Periodo de diseño para 20 años</b>       | 20              | 20           | 20              |
| <b>TPDA futuro</b>                          | 1733            | 310          | 289             |
| Total 20 años                               |                 | <b>2331</b>  |                 |

*Fuente:* Autor – 2015

La vía analizada de acuerdo al MTOP es un camino colector Clase II

**Tabla 6:** Clasificación de las vías T.P.D.A

| <b>FUNCION</b>    | <b>CLASE DE CARRETERAS</b> | <b>TRAFICO PROYECTADO (TPDA)</b> |
|-------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Corredor arterial | RI o RII (Autopista)       | > 8000 TPDA                      |
|                   | I                          | 3000 - 8000                      |
|                   | II                         | 1000 - 3000                      |
| Colectoras        | I                          | 3000 - 8000                      |
|                   | <b>II</b>                  | <b>1000 - 3000</b>               |
|                   | III                        | 300 - 1000                       |
|                   | IV                         | 100 - 300                        |
| Caminos Vecinales | IV                         | 100 - 300                        |
|                   | V                          | < 100                            |

*Fuente:* MTOP

### 2.1.3 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA SEGÚN EL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS (M.T.O.P)

En la tabla N°1 se encuentra la clasificación de las carreteras en el país, el MTOP recomienda que en función del pronóstico de tránsito las clasifica para periodos de 15 a 20 años.

**Tabla 7:** Clasificación de las carreteras

| CLASE DE CARRETERAS  | TRAFICO PROYECTADO (TPDA) |
|----------------------|---------------------------|
| RI o RII (Autopista) | > 8000                    |
| I                    | 3000 - 8000               |
| <b>II</b>            | <b>1000 - 3000</b>        |
| III                  | 300 - 1000                |
| IV                   | 100 - 300                 |
| V                    | < 100                     |

*Fuente:* Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP

### 2.1.3.1 Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino, la que depende de las condiciones físicas y topográficas de la clase de vía según las Normas de Diseño Geométrico del MTOP.

Para la determinación de la velocidad de diseño se analizó la siguiente tabla.

**Tabla 8:** Valores de velocidad de diseño

| TIPOS DE CARRETERA                    | VELOCIDAD DE DISEÑO km/h |     |    |            |    |    |
|---------------------------------------|--------------------------|-----|----|------------|----|----|
|                                       | RECOMENDABLE             |     |    | ABSOLUTA   |    |    |
|                                       | LL                       | O   | M  | LL         | O  | M  |
| RI o RII                              | 120                      | 110 | 90 | 110        | 90 | 80 |
| I                                     | 110                      | 100 | 80 | 100        | 80 | 70 |
| <b>II</b>                             | <b>110</b>               | 100 | 80 | <b>100</b> | 80 | 60 |
| III                                   | 100                      | 80  | 60 | 90         | 70 | 50 |
| IV                                    | 90                       | 70  | 60 | 80         | 60 | 40 |
| V                                     | 70                       | 60  | 50 | 50         | 40 | 40 |
| LL= llano, O= ondulado y M= montañoso |                          |     |    |            |    |    |

*Fuente:* Normas de diseño geométrico de carreteras – MTOP

### 2.1.3.2 Velocidad de circulación

La velocidad de circulación se calcula considerando las siguientes expresiones recomendadas por la AASHTO:

**Tabla 9:** Porcentaje de velocidad de diseño AASHTO

| Velocidad de Circulación (VC) | TPDA               | TRAFICO       |
|-------------------------------|--------------------|---------------|
| $V_C = 0.8 V_D + 6.5$         | TPDA < 1000        | Volumen bajo  |
| $V_C = 1.32 * V_D^{0.89}$     | 1000 < TPDA < 3000 | Volumen medio |

*Fuente:* Normas de diseño geométrico de carreteras – MTOP

Dónde:

Vc = Velocidad de circulación (Km/h).

Vd = Velocidad de diseño (Km/h).

En este proyecto se debe considerar para el cálculo la expresión:

$$L = 1.32 * 100^{0.89}$$

$$L = 1.32 * 60.25$$

$$L = 79.53 \text{ m/h}$$

Cabe indicar que para **zonas urbanas** la velocidad de circulación es de **40 Km/h.**

#### 2.1.4 ACCIDENTABILIDAD

Según datos proporcionados por la jefatura de tránsito compilo todos los accidentes de tránsito en un archivo de Excel todos los accidentes que sucedieron en la ciudad de Machala durante el 2014, de esta manera se toman datos solamente de la vía en estudio y se elaboran tablas de número de accidentabilidad con sus graficas respectivas, estos accidentes contempla choque, atropello, volcamientos etc.

**Tabla 10:** *Números de accidentabilidad*

| <b>AÑO 2014</b> | <b>CANTIDAD</b> |
|-----------------|-----------------|
| ENERO           | 0               |
| FEBRERO         | 0               |
| MARZO           | 0               |
| ABRIL           | 2               |
| MAYO            | 2               |
| JUNIO           | 0               |
| JULIO           | 1               |
| AGOSTO          | 1               |
| SEPTIEMBRE      | 0               |
| OCTUBRE         | 0               |
| NOVIEMBRE       | 1               |
| DICIEMBRE       | 0               |

**Fuente:** Autor – 2015

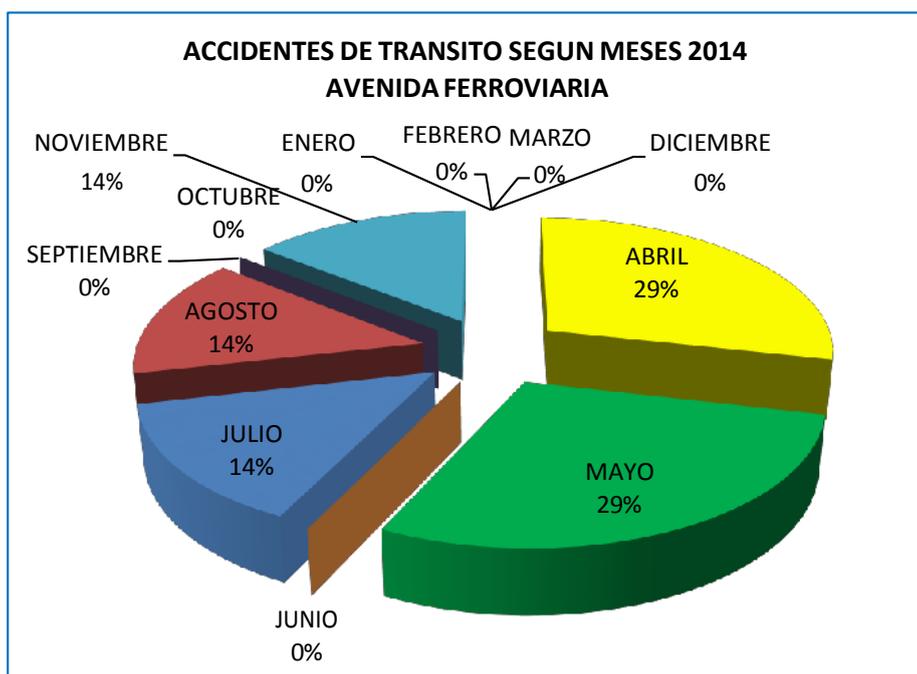
*Revisar el tema accidentalidad vial, planteado como un desafío para la salud pública en el país, definiendo un marco para su investigación e intervención.(16)*

*El SARTRE es un proyecto que tiene como objetivo principal el estudio de las opiniones de conductores europeos sobre las conductas de riesgo. Tiene un seguimiento de más de 15 años y nos muestra la evolución de las actitudes, si bien en el artículo tan solo se presentan los resultados respecto a la velocidad y el consumo de alcohol, aporta conclusiones muy interesantes de cambios comportamentales en los conductores españoles; el problema de los accidentes de tráfico es muy complejo, la solución pasa por las aportaciones desde todas las disciplinas para su prevención.(17)*

*Plantear las políticas públicas de seguridad vial y peatonal incluyentes e integrales que amplíen el enfoque conductual humano, de exposición y de factores ambientales a un enfoque poblacional, de cultura ciudadana y de visión social del riesgo. Es necesario pensar lo público desde los pactos sociales establecidos con políticos y entes gubernamentales, en el contexto local y municipal, con el fin de que se logre la concordancia con los elementos que lo componen.(18)*

*Se han desarrollado 6 modelos matemáticos, derivados de análisis físicos que sirven como herramienta para determinar la velocidad más probable que lleva un vehículo, en el momento en que se produce un accidente de tránsito. Se emplearon conceptos básicos de la mecánica de Newton para derivar los modelos matemáticos(19)*

En la Avenida Ferroviaria en el año 2014 se producen según datos proporcionados por la jefatura de tránsito un promedio de 0.58 accidentes de tránsito por mes.



**Gráfico 2:** Accidentes de tránsito en la Avenida Ferroviaria

**Fuente:** Autor – 2015

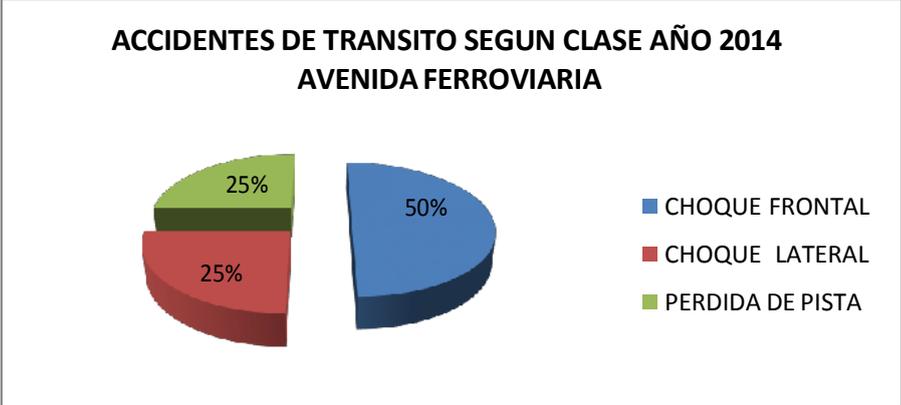
Como se puede ver en el siguiente grafica se puede apreciar que en abril y mayo se presentó el mayor porcentaje de accidentes. La mayor parte de estos accidentes se producen por la imprudencia de los conductores y también se producen por el deteriorado estado en que se encuentra la vía.

**Tabla 11:** Clases de Accidentes

| AÑO  | CLASE DE ACCIDENTE |                |                  |
|------|--------------------|----------------|------------------|
|      | CHOQUE FRONTAL     | CHOQUE LATERAL | PERDIDA DE PISTA |
| 2014 | 50%                | 25%            | 25%              |

**Fuente:** Autor – 2015

Según la Clase de accidentes, los choques con el 75 por ciento, fue la principal causa que provocó el mayor número de accidentes; le sigue en importancia la pérdida de pista con el 25 por ciento.



**Grafico 3:** Porcentajes de accidentes de tránsito según el año en la Avenida Ferroviaria

*Fuente:* Autor – 2015

**2.1.5 EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN**

**2.1.5.1 Método índice de estado de la Señalización Vertical**

Es un método que sirve para calificar los deterioros y el estado de conservación de la señalización vertical de las vías. Utilizando medios sencillos de medición y de cálculo permite alcanzar un resultado que aporta criterios válidos en beneficios de la comodidad de la circulación, la correcta funcionabilidad de la red vial y preservar la seguridad vial.

El método IES propone la inspección visual de 7 deterioros que se pueden presentar en una señal vertical: Visibilidad, Posición, Forma, Decoloración, Desgaste, Retroreflección Y Suciedad.

Cada uno de los deterioros se evalúa en una escala de 2 a 10 puntos, resultando que a mayor puntuación mejor es la condición del estado físico de la señal

**2.1.5.1.1 Visibilidad**

Para evaluar la visibilidad nos colocamos a 60 m antes de la señal y en ese punto separado 2 m medido desde el borde del pavimento del carril exterior hacia el centro de la vía, que se vea placa y pedestal.

**Tabla 12:** Calificación Visibilidad

| Visibilidad de la señal | IE, puntos |
|-------------------------|------------|
| Excelente               | 10         |
| Regular                 | 6          |
| Mala                    | 2          |

*Fuente:* Autor – 2015

### 2.1.5.1.2 Posición

Para evaluar la posición, se revisa si cumple con las normativas como separación del borde de la vía y altura inferior de la placa, en caso de que el pedestal de la señal esté inclinado, se pende el hilo de una plomada a 1, 00 de altura de la base del pedestal y se mide el desplazamiento horizontal entre la punta de la plomada y la base del pedestal.

**Tabla 13:** Calificación Posición

| Posición de la señal | Desplazamiento de la vertical, cm | IE, puntos |
|----------------------|-----------------------------------|------------|
| Correcta             | 0 – 6 cm                          | 10         |
| Bien                 | 7 – 14 cm                         | 7          |
| Regular              | 15 – 19 cm                        | 4          |
| Mal                  | Mayor de 20 cm                    | 2          |

**Fuente:** Autor – 2015

### 2.1.5.1.3 Forma

Para evaluar este deterioro se coloca se coloca una Regla de 1, 0 m de longitud sobre la superficie de la placa de la señal o el pedestal si es el caso y se mide bajo el centro de la Regla de deformación máxima en cm.

**Tabla 14:** Calificación Formula

| Deformación de la señal, cm | IE, puntos |
|-----------------------------|------------|
| 0 – 3 cm                    | 10         |
| 4 – 6 cm                    | 7          |
| 7 – 9 cm                    | 4          |
| Mayor de 10 cm              | 2          |

**Fuente:** Autor – 2015

### 2.1.5.1.4 Decoloración

Se procede a verificar la pérdida de la intensidad del color de la placa el pedestal o de ambos en señal vertical y dependiendo de la coloración se utiliza el siguiente criterio:

**Tabla 15:** Calificación Decoloración

| Decoloración | IE, puntos |
|--------------|------------|
| Nula         | 10         |
| Regular      | 6          |
| Elevada      | 2          |

**Fuente:** Autor – 2015

### 2.1.5.1.5 Desgaste

Bajo este criterio se relacionan los deterioros siguientes: cuarteado, fisuras, presencia de vesículas, desintegración, erosión, oxidación, arañazos, repintado, despegues de leyenda y otros que pudieran aparecer.

Tabla 16: **Calificación Desgaste**

| Desgaste de la señal | Desplazamiento de la vertical, cm | IE, puntos |
|----------------------|-----------------------------------|------------|
| Nula                 | 0 – 10 %                          | 10         |
| Poco                 | 11 – 30 %                         | 7          |
| Regular              | 31 – 59 %                         | 4          |
| Elevado              | Mayor de 60 %                     | 2          |

Fuente: Autor – 2015

### 2.1.5.1.6 Retrorreflexión

Para realizar esta evaluación se necesita de equipo portátil especial que emiten un haz de luz sobre la placa de la señal e indican el grado de retrorreflexión de la señal. Como no se dispone del equipo no se considera esta evaluación.

### 2.1.5.1.7 Suciedad

Para realizar esta evaluación se aplica el siguiente criterio:

Tabla 17: **Calificación Suciedad**

| Suciedad de la señal | IE, puntos |
|----------------------|------------|
| Nula                 | 10         |
| Regular              | 6          |
| Elevada              | 2          |

Fuente: Autor – 2015

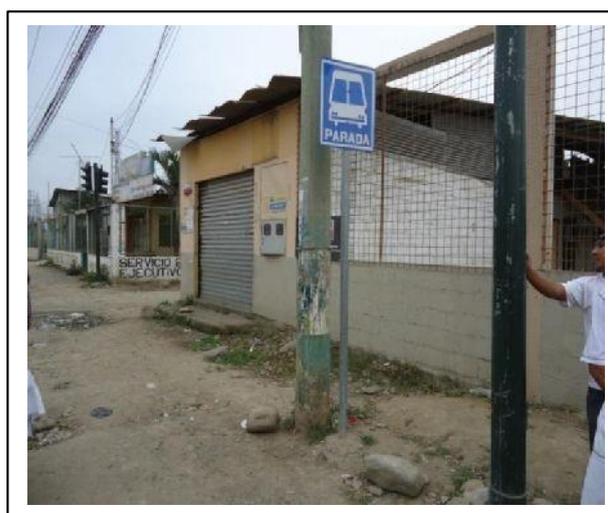


Grafico 4: Señalización en la Avenida Ferroviaria desde Redondel hasta calle 6

Fuente: Autor – 2015

Después de evaluar las señales, se determina el valor IE (Índice de Estado) de cada señal, aplicando esta fórmula:

$$\frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$$

$$IE = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} = \frac{10 + 7 + 10 + 10 + 10 + 8}{6} = 9,17$$

Tabla 18: Evaluación del índice de estado de Señalización Vertical

| EVALUACION DEL INDICE DE ESTADO DE LA SEÑALIZACION VERTICAL (IES)      |        |    |     |            |      |      |      |       |       |      |             |     |             |               |
|--|--------|----|-----|------------|------|------|------|-------|-------|------|-------------|-----|-------------|---------------|
| LUGAR: Avenida Ferroviaria desde el Redondel del Tren hasta la Calle 6 |        |    |     |            |      |      |      |       |       |      |             |     |             |               |
| PROVINCIA: El Oro  |        |    |     |            |      |      |      |       |       |      |             |     |             |               |
| EVALUADOR: José Crespo Mera  |        |    |     |            |      |      |      |       |       |      |             |     |             |               |
| No   | GRUPOS |    |     | DETERIOROS |      |      |      |       |       |      | TOTAL (Pts) | IEv | Observación |               |
|  | I      | II | III | Vis.       | Pos. | For. | Dec. | Desg. | Retr. | Suc. |             |     |             |               |
| 1  | x      |    |     | 10         | 6    | 5    | 4    | 6     |       |      | 4           | 35  | 5,83        | ceda el paso  |
| 2  | x      |    |     | 7          | 8    | 8    | 2    | 5     |       |      | 2           | 32  | 5,33        | ceda el paso  |
| 3  |        |    | x   | 10         | 9    | 9    | 9    | 9     |       |      | 6           | 52  | 8,67        | paradero      |
| 4  |        |    | x   | 1          | 9    | 9    | 9    | 9     |       |      | 7           | 44  | 7,33        | paradero      |
| 5  |        |    | x   | 10         | 7    | 9    | 9    | 9     |       |      | 9           | 53  | 8,83        | paradero      |
| 6  |        | x  |     | 8          | 8    | 3    | 5    | 6     |       |      | 2           | 32  | 5,33        | no estacionar |
| TOTAL  |        |    |     | 46         | 47   | 43   | 38   | 44    |       |      | 30          |     |             |               |

Fuente: Autor – 2015

Se agrupan cada una de las señales en su conjunto y se determina el valor promedio de conservación (PC) en cada uno los 3 conjuntos: PCI, PCII, PCIII.

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n PC_i}{n} = \frac{11,16 + 5,33 + 24,83}{3} = 13,77$$

| Grupo |   | IEv   | N | PCi  |
|-------|---|-------|---|------|
| G I   |  | 11,16 | 2 | 5,58 |
| G II  |  | 5,33  | 1 | 5,33 |
| G III |  | 24,83 | 3 | 8,28 |

Gráfico 5: Valor promedio de conservación P.C.

Fuente: Autor – 2015

Al final, se calcula el valor del Índice de Estado de la Señalización Vertical, IES, en todo el tramo de carretera evaluado, aplicando:

$$IES = 0.5 IESV + 0.3 IESL + 0.2 IESR$$

$$IES = 0.5 (5.58) + 0.3(5.33) + 0.2(8.28)$$

$$IES = 6.12$$

El valor del IES es de 6,12 la calificación sería buena, al ser mayor a 6.9 entonces que nos indica que el tramo es malo.

### 2.1.6 EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Al recorrer el tramo en estudio no se encontró ninguna señalización horizontal por lo tanto se le asigna la calificación más baja.

### 2.1.7 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL METODO PAVER

El PCI es un método de graduación repetible para identificar la condición presente del pavimento.

*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 indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.*

*Las mediciones de regularidad en un pavimento son muy utilizadas en la actualidad por las agencias viales debido, entre otros factores, a que son muy sensibles a la percepción de los usuarios, lo cual está acorde con la actual visión de la Ingeniería Vial de considerar a estos como clientes.(20)*

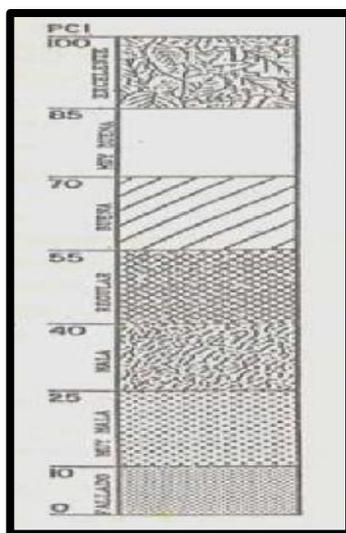
*La mayor parte de las investigaciones que se han realizado en esta área se han concentrado en estudiar su comportamiento resiliente. El estado del conocimiento de estudios desarrollados para medir la respuesta resiliente y la deformación permanente en materiales granulares es presentado en dos artículos por separado. En este primer artículo se presenta la forma como ha sido estudiado el comportamiento resiliente de materiales granulares y se discuten los factores que influyen en dicho comportamiento. Al final del artículo se presenta la evolución de las ecuaciones matemáticas desarrolladas a partir de resultados de estudios teóricos y experimentales. Un estado del conocimiento sobre el fenómeno de deformación permanente es presentado en un segundo artículo.(21)*

#### 2.1.7.1 Determinación del índice de condición del Pavimento (PCI)

El PCI es un índice numérico que tiene un rango de cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100), para un pavimento que se encuentre en perfecto

estado. En la tabla N° 1 se presentan los diferentes rangos con una descripción cualitativa de la condición o estado de pavimento que le corresponde. En el siguiente grafico se detalla el índice de condición del pavimento flexible.

**Grafico 6:** Escala de graduación de Pavimento Flexible



**Fuente:** ASTM D6433 – 03

Para evaluar la vía en estudio primero se determina la longitud de la muestra esta debe poseer un área de 230 m<sup>2</sup>, luego se identifican los tramos y secciones que serán objeto de un inventario de fallas por muestreo.

**Tabla 19:** Unidad de muestreo ponderado

| ANCHO DE CALZADA | LONGITUD DE LA MUESTRA |
|------------------|------------------------|
| 3,40             | 50,00                  |
| 5,00             | 46,00                  |
| 5,50             | 41,80                  |
| 6,00             | 38,30                  |
| 6,50             | 35,40                  |
| 7,30             | 31,50                  |

**Fuente:** Autor – 2015

Para nuestro proyecto técnico se trabajara con un ancho de calzada de 7,30 m y una longitud de muestra de 31,50 dándonos un área de 230.00 m<sup>2</sup> en total se tomaron muestras en 16 tramos.

### 2.1.7.2 Criterios para la evaluación de severidad

Para cada tramo se define el tipo de falla (señalando el No. de código de acuerdo al tipo de pavimento). De acuerdo a la intensidad de la falla, el nivel de severidad será (Bajo, Mediano, Alto). Tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 20: Cuadro para la identificación de fallas para Pavimento Flexible (MTOF)**

| Nro. Falla | NOMBRE FALLA                          | CAUSA | UNIDAD | CRITERIOS PARA EVALUACION DE SEVERIDAD                        |  |   | OBSERV.   |
|------------|---------------------------------------|-------|--------|---|--|---|---|
|            |                                       |       |        | B<br>L  | M<br>M   | A<br>H  |   |
| 1          | PIEL DE COCODRILO                     | c     | m2     | FISURAS FINAS CASI SIN INTERCONEXION                          | FISURAS FORMANDO MOSAICO, ALGUN DESMENBRAMIENTO                    | AMPLIO DESARROLLO DE LA RED DE FISURAS, DESMENBRAMIENTO         | CADA SEVERIDAD POR SEPARADO                         |
| 2          | EXHUDACION                            | o     | m2     | APARECE ALGUNOS DÍAS POR AÑO (NO SE PEGA A ZAPATOS Y LLANTAS) | APARECE ALGUNAS SEMANAS POR AÑO (SE PEGA A ZAPATOS Y LLANTAS)      | APARECE VARIAS SEMANAS POR AÑO (SE PEGA A ZAPATOS Y LLANTAS)    | NO SE REGISTRA SI HAY AGREGADO PULIDO (Nº12)        |
| 3          | FISURAMIENTO EN BLOQUE                | A/D   | m2     | FISURAS < 1cm   | FISURAS 1 - 7.5 cm   | FISURAS > 7.5 cm  | TAMAÑO DE BLOQUES 0.3 X 0.3 m - 3 X 3 m             |
| 4          | DESNIVEL LOCALIZADO                   | o     | m      | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                       | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                            | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                         | SI DISTANCIA ENTRE NIVELES ES < 3m, SERA FALLA Nº 5 |
| 5          | CORRUGACION                           | o     | m2     | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                       | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                            | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                         | A DISTANCIA DE HASTA 3m                             |
| 6          | DEPRESION                             | o     | m2     | PROFUNDIDAD MÁXIMA DE DEPRESIÓN                               |  |   |   |
|            |                                       |       |        | 13 - 25 mm  | 25 - 50 mm   | > 50 mm   |   |
| 7          | FISURAS EN BORDE                      | c     | m      | SIN DESMORONAMIENTO   | CON DESMORONAMIENTO  | CON DESMORONAMIENTO Y ROTURA                                    | HASTA 60 cm DEL BORDE DEL PAVIMENTO                 |
| 8          | FISURAS DE REFLEXION                  | A/D   | m      | ANCHO < 10 mm FISURAS SELLADAS                                | 1 - 7.5 cm FISURAS SELLADAS Y FISURAMIENTO LEVE ALREDEDOR          | ANCHO > 7.5 cm TODA FISURA CON ALTO FISURAMIENTO ALREDEDOR      | CARPETA ASFALTICA SOBRE PAVIMENTO RÍGIDO            |
| 9          | DESNIVEL CARRIL/ESPALDON              | o     | m      | DIFERENCIA ENTRE NIVELES                                      |  |   |   |
|            |                                       |       |        | 2.5 - 5 cm  | 5 - 10 cm  | > 10 cm   |   |
| 10         | FISURAMIENTO LONGITUDINAL/TRANSVERSAL | A/D   | m      | ANCHO < 10 mm FISURAS SELLADAS                                | 1 - 7.5 cm FISURAS SELLADAS Y FISURAMIENTO LEVE ALREDEDOR          | ANCHO > 7.5 cm TODA FISURA CON ALTO FISURAMIENTO ALREDEDOR      |   |
| 11         | PARCHE/CORTE DE SEVICIO               | o     | m2     | PARCHE BUENO DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA          | PARCHE POCO DETERIORADO DEFICIENCIA MEDIANA EN CALIDAD DE RODADURA | PARCHE POCO DETERIORADO DEFICIENCIA ALTA EN CALIDAD DE RODADURA | SEVERIDAD POR SEPARADO NO SE REGISTRAN OTRAS FALLAS |

|    |                               |     |          |   |   |  |  |
|----|-------------------------------|-----|----------|---|---|--|--|
| 12 | AGREGADO PULIDO               | o   | m2       | NO HAY GRADOS DE SEVERIDAD              |   |  | SE REGISTRA CUANDO EL GRADO ES SIGNIFICATIVO, NO SE REGISTRA JUNTO AL Nº 2           |
| 13 | BACHES                        | c   | Unidades | VER CUADRO ADJUNTO                      |   |  | CADA SEVERIDAD POR SEPARADO  |
| 14 | CRUCE DE FERROCARRIL          | o   | m2       | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                   | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                    | NO SE REGISTRA CUANDO NO AFECTA A LA CALIDAD DE RODADURA                             |
| 15 | SURCO EN HUELLA               | c   | m2       | PROFUNDIDAD DE SURCO                    |   |  |  |
|    |                               |     |          | 0.6 - 1.3 cm                            | 1.3 - 2.5 cm  | > 2.5 cm   |  |
| 16 | DESPLAZAMIENTO                | o   | m2       | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                   | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                    | NO SE REGISTRA CUANDO APARECE SOBRE PARCHE   |
| 17 | FISURAMIENTO DE RESBALAMIENTO | o   | m2       | ANCHO PROMEDIO DE 1 cm                  | 1 - 7.5 cm FISURAS SELLADAS Y FISURAMIENTO LEVE ALREDEDOR | ANCHO > 7.5 cm TODA FISURA CON ALTO FISURAMIENTO ALREDEDOR | NO SE REGISTRA CON EL MÁXIMO NIVEL DE SEVERIDAD EN EL ARZA                           |
| 18 | HINCHAMIENTO                  | o   | m2       | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                   | DEFICIENCIA BAJA EN CALIDAD DE RODADURA                    | FISURAS SOBRE HINCHAMIENTO, SE REGISTRAN POR SEPARADO                                |
| 19 | DESMORANAMIENTO/INTemperismo  | A/D | m2       | COMIENZA A PICARSE LA SUPERFICIE        | SUPERFICIE MODERADAMENTE RUGOSA Y PICADA                  | SUPERFICIE MUY RUGOSA Y PICADA                             | SI DIÁMETRO DE PICADURA ES > 10cm Y SU PROFUNDIDAD ES > 1cm, ES REGISTRADA COMO Nº12 |

Fuente: ASTM D6433 – 03

*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 indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.(22)*

El cálculo de ese índice se basa en la obtención de unos resultados de acuerdo a una inspección visual de la condición del pavimento de superficie de rodadura. Para el proyecto que nos compete en el siguiente trabajo, en el cual se establecen el tipo, severidad y cantidad del daño. Este índice de condición del pavimento se desarrolló para dar una integridad estructural al pavimento y la condición operacional de la superficie.

*El índice de condición para los pavimentos articulados; se fundamenta en determinar cómo un deterioro repercute negativamente en los parámetros de tipo funcional y estructural, teniendo en cuenta su clase, gravedad y extensión.(23)*

La información de los daños obtenidos ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

El grado de deterioro de la estructura de pavimento es una función del tipo de daño, su severidad o densidad del mismo. Debido al gran número de condiciones posibles, la formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados anteriormente fue problemática. Y la única forma de superar tal dificultad fue introduciendo los valores deducidos, el cual permite indicar el grado de afectación que cada combinación de tipo de daño, nivel de severidad y densidad del mismo en la condición de la estructura del pavimento.

#### **2.1.7.3 Procedimiento de Evaluación de la condición del Pavimento (PCI)**

Corresponde al trabajo de campo, en donde se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión del mismo, registrando la información en los formatos elaborados para tal fin. A continuación se muestra el formato empleado para identificar las fallas que hubieron en la Avenida ferroviaria desde la calle 6 y el distribuidor de tráfico (El Tren). (Ver Anexo 2).

#### **2.1.7.4 Tipo de fallas que se presentados en la Avenida Ferroviaria**

La mejor forma de identificar las fallas del pavimento y determinar porque se han producido, es mediante la conducción de un estudio de reconocimiento de campo. En él se debe identificar el tipo, severidad y magnitud de cada falla. También se debe tratar de determinar si el diseño de la capa de rodadura, el agua y la temperatura fueron las causas de las fallas.

A continuación se presenta la definición de cada uno de los deterioros y sus posibles causas, todo aquello acompañado de un registro fotográfico que se permite tener una idea más clara de los daños que se pueden encontrar.

##### **2.1.7.4.1 Falla N° 1**

a) Nombre de la Falla

Fisuramiento “Piel de Cocodrilo” (Alligator Cracking).

b) Descripción.-

El fisuramiento “Piel de Cocodrilo” o de fatiga es una serie de fisuras interconectadas causadas por fatiga de la carpeta asfáltica, bajo las cargas repetitivas del tráfico.

El fisuramiento comienza en la parte inferior de la capa de superficie donde se desarrollan los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión bajo la carga, y se propagan hacia la superficie, inicialmente como una serie de fisuras longitudinales paralelas. Bajo repeticiones adicionales de carga, las fisuras se interconectan formando como un mosaico que asemeja la piel del cocodrilo. Las piezas tienen menos de 60 cm en su lado mayor.

Este fisuramiento ocurre solamente en áreas sujetas a las cargas de tráfico repetitivo, tales como las huellas. Por eso, no se presenta sobre toda una área, a menos que toda esta área esté sujeta al tráfico. El fisuramiento que si se puede presentar sobre toda un área es el fisuramiento en bloque aunque éste no es causado por la carga de tráfico.

El fisuramiento “Piel de Cocodrilo” es una falla estructural mayor que está generalmente acompañada de surcos o deformaciones permanentes en las huellas.

c) Niveles de Severidad.-

**Baja:** Fisuras Finas, Longitudinales, paralelas entre sí, con ninguna o pocas intersecciones. No hay desmembramiento de material a los lados.

**Media:** Desarrollo mayor de las fisuras formando una red o mosaico. Algunas fisuras pueden estar moderadamente desmembradas.

**Alta:** Amplio desarrollo de la red de fisuras con significativo desmembramiento. Algunas piezas pueden moverse bajo el tráfico.

d) Medición.-

El fisuramiento “piel de cocodrilo” se mide en pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup> de área. La mayor dificultad al medir esta falla, es que el fisuramiento puede presentarse a 2 ó 3 niveles de severidad dentro del área afectada.

De ser posible, se tratará de registrar cada nivel por separado; caso contrario se registrará la falla en su nivel de severidad más alto para toda el área.

#### 2.1.7.4.2 Falla N° 6

a) Nombre de la Falla.-

Depresión (Depresión)

b) Descripción.-

Las depresiones son zonas localizadas del pavimento con niveles inferiores a los de las zonas adyacentes. En algunos casos las depresiones leves no son notorias hasta que, luego de una lluvia, se manifiesta la acumulación de agua en el área deprimida. En pavimentos secos, las depresiones pueden descubrirse por las manchas que deja el agua. Las depresiones son causadas por el asentamiento del subsuelo o por construcción deficiente, pueden causar cierta aspereza en la calidad de rodadura, y cuando están llenas de agua a cierta profundidad, las depresiones pueden causar hidropneumático y otros problemas de seguridad.

c) Niveles de Severidad.-

Profundidad máxima de la depresión:

**Baja:** De 13 a 25 mm (1/2" a 1").

**Media:** De 25 a 50 mm (1" a 2").

**Alta:** Más de 50 mm (más de 2").

a) Medición.-

Las depresiones se miden en pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup> de área afectada.

### 2.1.7.4.3 Falla No. 13

a) Nombre de la Falla.-

Baches (Potholes)

b) Descripción.-

Los baches son pequeños huecos en la superficie de hasta 1 metro de diámetro. Generalmente tienen bordes agudos y lados verticales cerca de su parte superior. Su crecimiento es acelerado cuando se acumula agua en su interior. Los baches se producen por el efecto abrasivo del tráfico sobre la superficie. El pavimento se desintegra por la presencia de mezclas pobres, zonas de bajo soporte de la base o subbase, o porque el pavimento ha alcanzado una condición de fisuramiento "Piel de

Cocodrilo" de alta severidad. Los baches son fallas estructurales que no deben confundirse con desmoronamientos o intemperismo (Falla 19).

c) Niveles de Severidad.-

Los niveles de severidad de los baches de menos de 1 metro de diámetro se basan en su diámetro como en su profundidad de acuerdo a la siguiente Tabla No. 2.1

**TABLA 2.1.-** Niveles de Severidad de Baches

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

*Tabla 2.1. Niveles de severidad de baches*

Si el bache tiene un diámetro superior a los 76 cm, su área debe ser determinada en m<sup>2</sup> y dividida por 0.45 m<sup>2</sup> para hallar el número equivalente de baches. Si la profundidad es menor de 25 mm, los baches equivalentes se

consideran de mediana severidad y si la profundidad es mayor de 25 mm se consideran de alta severidad.

d) Medición.-

Los baches se miden por unidad de la correspondiente severidad.

#### 2.1.7.4.4 Falla No. 7

a) Nombre de la Falla.-

Fisuramiento en borde (Edge Cracking)

b) Descripción.-

Este fisuramiento es paralelo al borde exterior del pavimento y generalmente dentro de los 30 a 60 cm de este borde.

Esta falla es acelerada por el tráfico vehicular y puede ser causada por una falta de soporte lateral del espaldón, drenaje inadecuado y falta de compactación y confinamiento en el borde del pavimento. El área entre la fisura y el borde del pavimento es considerada desmoronada si hay desprendimiento y rotura de piezas completas.

c) Niveles de Severidad.-

**Baja:** Fisuramiento bajo o mediano sin desmoronamiento.

**Media:** Fisuramiento mediano con moderada rotura o desmoronamiento.

**Alta:** Rotura y desmoronamiento considerable a lo largo del borde.

d) Medición.-

El fisuramiento de borde se mide en pies o metros.

#### 2.1.7.4.5 Falla No. 11

a) Nombre de la Falla.-

Parche de corte de Servicio (Patching/Utility Cut)

b) Descripción.-

Un parche es un área del pavimento que ha sido reemplazada por material nuevo para reparar el pavimento original.

Un parche es considerado una falla independientemente de lo bien que haya sido ejecutado, ya que generalmente lleva asociada cierta rugosidad.

c) Niveles de Severidad.-

**Baja:** El parche está en buenas condiciones y la calidad de rodadura es de baja severidad o mejor.

**Media:** El parche está moderadamente deteriorado y/o la calidad de rodadura es de mediana severidad.

**Alta:** El parche está severamente deteriorado y/o la calidad de rodadura es de alta severidad. El parche debe ser reemplazado pronto.

d) Medición.-

El parche se mide en pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup> de área afectada. Sin embargo si un parche tiene diferentes partes con diferentes severidades, cada una debe ser registrada separadamente. Por ejemplo, un parche de 5 m<sup>2</sup> puede tener 2 m<sup>2</sup> de severidad baja, y así debe ser anotado. Cuando se considera un parche no se considera ninguna otra falla en la zona del parche, incluso si el parche está fisurado o manifiesta desplazamientos.

Si el parche aparece sobre un área muy grande (más del 50% del área de la muestra) debe considerarse una nueva sección, y no debe anotarse como parche.

#### 2.1.7.4.6 Falla No. 15

a) Nombre de la Falla.-

Surco en Huella (Rutting)

b) Descripción.-

El surco de huella es una depresión que se localiza en la huella del tráfico. En ciertos casos puede notarse una elevación del pavimento a lo largo de la depresión y en muchos casos, el surco sólo es notorio después de una lluvia por la acumulación de agua.

El surco se origina en el asentamiento de las capas del pavimento y la subrasante, ya sea por consolidación, deformación plástica o falla de corte.

Esta falla es definitivamente causada por el tráfico vehicular, y en gran escala, puede resultar en una falla estructural mayor del pavimento.

c) Niveles de Severidad.-

Profundidad promedio del surco:

**Baja:** De 6 a 13 mm (1/4 a 1/2”).

**Media:** De 13 a 25 mm (1/2” a 1”).

**Alta:** Mayor de 25 mm (más de 1”).

La profundidad promedio se establece promediando varias lecturas medidas con una reglilla colocada perpendicularmente a la huella y a una regla estándar de 1.20 m de largo colocada a lo ancho de la huella.

d) Medición.-

El surco de huella se mide en pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup> de área afectada con la severidad establecida de acuerdo a la profundidad promedio.

#### 2.1.7.4.7 Falla No. 19

a) Nombre de la Falla.-

Desmoronamiento / Intemperismo (Weathering / Ravelling)

b) Descripción.-

El desmoronamiento e intemperismo representan el desgaste de la superficie por pérdida de ligante asfáltico y la disgregación de las partículas pétreas. Estas fallas indican que, o el asfalto se ha endurecido considerablemente o que la mezcla asfáltica es de baja calidad. El ablandamiento de la superficie y la disgregación de los agregados causados por el derramamiento de aceites y petróleos se incluyen también en esta falla.

c) Niveles de Severidad.-

**Baja:** El agregado o el ligante asfáltico han comenzado a desgastarse. En algunas áreas, la superficie está comenzando a picarse. La superficie está manchada de aceite aunque aún está dura e impenetrable con una moneda.

**Media:** El agregado y/o el ligante asfáltico se han desgastado. La textura del pavimento está moderadamente rugosa o picada. En el caso de manchas de aceite, el pavimento está blando y puede penetrarse con una moneda.

**Alta:** El agregado y/o el ligante asfáltico están considerablemente desgastados. La superficie está muy rugosa y picada.

Las áreas picadas son menores de 10 cm en diámetro y 13 mm en profundidad. Áreas picadas de dimensiones mayores que éstas se consideran baches (Falla 13). En el caso de manchas de aceite/petróleo, el ligante asfáltico ha perdido sus cualidades y el agregado está prácticamente suelto.

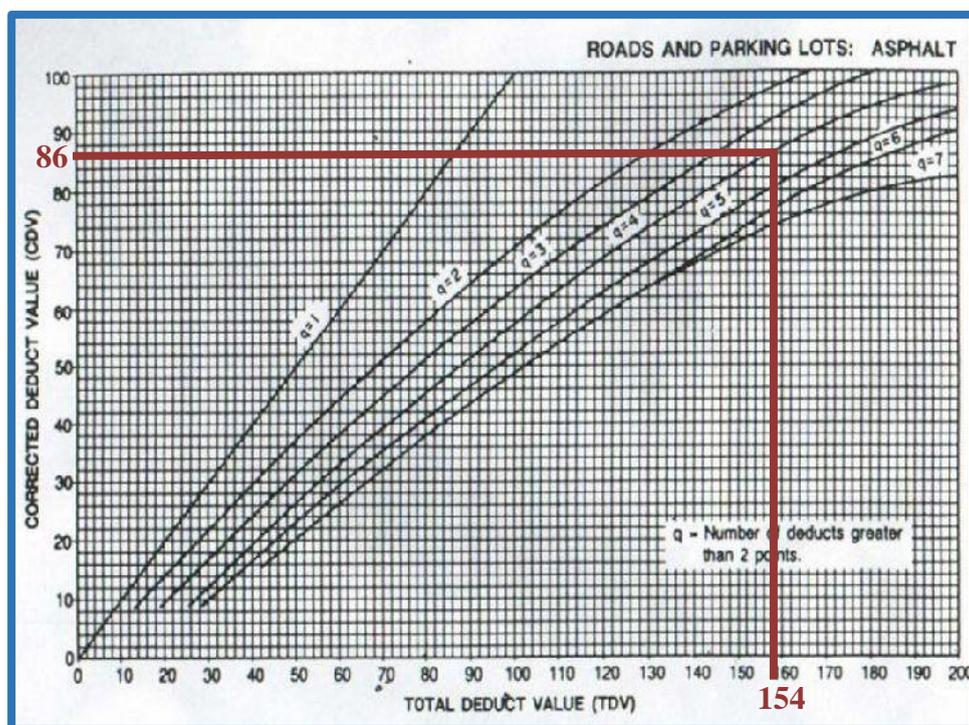
d) Medición.-

El desmoronamiento / intemperismo se mide en pies<sup>2</sup> o m<sup>2</sup> de área afectada.

**Tabla 21:** Tabla de resumen de resultado del PCI

| RESUMEN DE RESULTADOS |                 |               |         |      |                       |             |             |             |
|-----------------------|-----------------|---------------|---------|------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Unidad de muestra     | Abscisa Inicial | Abscisa Final | Sección | Área | PCI unidad de muestra | Descripción | PCI sección | Descripción |
| M1                    | 0 + 000         | 0+31.5        | 1       | 230  | 29                    | MALA        | 37          | MALO        |
| M2                    | 0 + 37.5        | 0 + 75.0      | 1       | 230  | 20                    | MUY MALA    |             |             |
| M3                    | 0 + 75.0        | 0 + 112.5     | 1       | 230  | 67                    | REGULAR     |             |             |
| M4                    | 0 + 112.5       | 0 + 131.33    | 1       | 230  | 33                    | MALO        |             |             |
| M5                    | 0 + 131.33      | 0 + 150.0     | 2       | 230  | 54                    | REGULAR     | 40          | REGULAR     |
| M6                    | 0 + 150.0       | 0 + 187.5     | 2       | 230  | 31                    | MALO        |             |             |
| M7                    | 0 + 187.5       | 0 + 225.0     | 2       | 230  | 48                    | REGULAR     |             |             |
| M8                    | 0 + 225.0       | 0 + 262.5     | 2       | 230  | 26                    | MALO        |             |             |
| M9                    | 0 + 262.5       | 0 + 300.0     | 3       | 230  | 52                    | REGULAR     | 45          | REGULAR     |
| M10                   | 0 + 300.0       | 0 + 337.5     | 3       | 230  | 41                    | REGULAR     |             |             |
| M11                   | 0 + 337.5       | 0 + 375.0     | 3       | 230  | 43                    | REGULAR     |             |             |
| M12                   | 0 + 375.0       | 0 + 412.5     | 3       | 230  | 42                    | REGULAR     |             |             |
| M13                   | 0 + 412.5       | 0 + 450.0     | 4       | 230  | 38                    | MALO        | 37          | MALO        |
| M14                   | 0 + 450.0       | 0 + 487.5     | 4       | 230  | 40                    | REGULAR     |             |             |
| M15                   | 0 + 487.5       | 0 + 525.0     | 4       | 230  | 38                    | MALO        |             |             |
| M16                   | 0 + 525.0       | 0 + 562.5     | 4       | 230  | 31                    | MALO        |             |             |
| <b>TOTAL</b>          |                 |               |         |      |                       |             | <b>158</b>  |             |

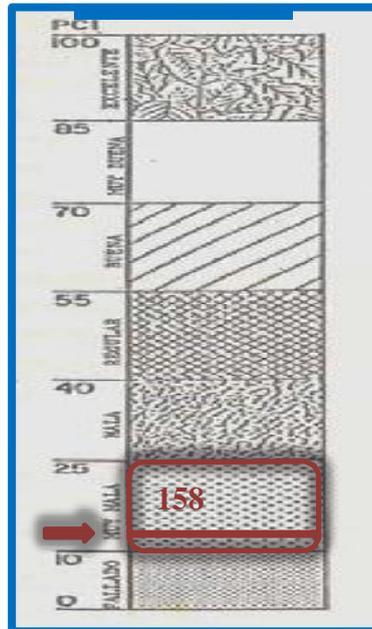
Fuente: Autor – 2015



**Grafico 7: Nomograma: Corrección para Pavimento Flexible**

Fuente: ASTM D6433-03 – 2015

|         |   |                        |       |
|---------|---|------------------------|-------|
| Max CDV | = | 86                     |       |
| Max PCI | = | 100                    | - CDV |
| Max PCI | = | 14                     |       |
| Max PCI | = | <b><u>MUY MALA</u></b> |       |



Los formatos de recolección o inspección visual realizados del pavimento de la zona en estudio que sustenta la tabla N° 21 “Resultados obtenidos inspección visual” se encuentran en el Anexo 2 del presente proyecto.

Según la información contenida en la Tabla N° 21, donde se evidencia la obtención de (16) unidades de muestreo para la inspección visual de la vía en estudio. Después de haber definido de acuerdo al número de tramos, las unidades de muestreo, se procedió a el cálculo del índice de condición del pavimento – PCI, para cada unidad, lo que conllevo a elaborar un promedio, de todas las fallas encontrada en cada tramo de la vía, para así obtener el índice de condición del pavimento – PCI general.

Lo que arrojó como resultado como resultado fue un índice de Condición del Pavimento (PCI) igual a 14, lo que nos indica, según el rango de calificación expuesto en el grafico N° 6 “Rangos de calificación PCI”. Lo que nos permite concluir, que la vía presenta una mala calidad en la capa de rodadura, como también en su estructura del pavimento y que solo es necesario un diseño estructural de la capa de rodadura para garantizar su correcta operación.

En el diagnostico visual se evidenció una serie de fallas en la capa de rodadura, los cuales se muestran en las hojas de inspección (Ver Anexo 2).

### 2.1.8 TOPOGRAFIA

La topografía se la realizo en la Avenida Ferroviaria, desde la intercepción de la calle 6 y distribuidor de tráfico, (Tren). Utilizando estación total en toda la vía, esta vía es un terreno relativamente plano.

## 2.1.9 ¿QUÉ NECESIDADES SE VAN A SATISFACER Y CUÁL SERÁ EL PRODUCTO?

Este proyecto se centra en el diseño estructural de la capa de rodadura ya que beneficiara a los habitantes del sector y lugares aledaños de la Avenida Ferroviaria. A continuación se detallan las necesidades que se van a satisfacer con el mejoramiento de la esta vía.

- ✓ Nuevo diseño de la capa de rodadura
- ✓ Optimizar el sistema de drenaje
- ✓ Mejorar la señalización horizontal y vertical
- ✓ Reducir el costo en el deterioro de los vehículos
- ✓ Evitar accidentes de tránsito
- ✓ Ordenamiento de tránsito
- ✓ Disminución de la contaminación
- ✓ Bajar el costo en el daño de los vehículos

### 2.1.10 ¿Cuál es la población objetivo?

La Avenida Ferroviaria, desde intercepción calle 6 y distribuidor de tráfico, (Tren). Cuenta con una población de aproximadamente 85800 habitantes, realizado mediante un conteo de casas en el sector, dándole un promedio de 4 habitantes por casa.

La población objeto que se tendrá en cuenta está conformada principalmente por comerciantes, amas de casa, trabajadores y estudiantes de los diferentes centros de educación ubicados en el sector.

### 2.1.11 ¿Dónde estará localizado el proyecto?

Este proyecto de estudio se encuentra ubicado en la provincia de El Oro, perteneciente al cantón Machala, parroquia la Providencia. Al momento la avenida Ferroviaria presenta una calzada de un ancho de 7,30 m y una circulación moderada.

*Tabla 22: Coordenadas de inicio y fin del proyecto*

| <b>INICIO DEL PROYECTO (Distribuidor de trafico)</b>  |                       |
|---|-----------------------|
| <b>LONGITUD</b>                                       | <b>LATITUD</b>        |
| <b>X = 618199,54</b>                                  | <b>Y = 9638528,58</b> |
| <b>FIN DEL PROYECTO (Intersección con la Calle 6)</b> |                       |
| <b>LONGITUD</b>                                       | <b>LATITUD</b>        |
| <b>X = 618604,98</b>                                  | <b>Y = 9638191,06</b> |

*Fuente: Autor – 2015*

## **2.2 ESTUDIO PREFACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD**

El estudio de prefactibilidad y factibilidad nos permite establecer la conveniencia económica o no, de construir un proyecto de una carretera, ya sea por etapas o en su totalidad; siempre y cuando con los mejores criterios de diseño.

### **2.2.1 PREFACTIBILIDAD**

Este proyecto contribuirá con la integración de los lugares aledaños a la avenida Ferroviaria. Además permitirá el traslado de todo tipo de mercadería y productos que se dan en el cantón Machala, la misma que ayudara con el desarrollo económico, social, cultural y tecnológico.

La Avenida Ferroviaria desde el distribuidor de tráfico (El Tren) hasta la intersección de la calle 6; es una vía con un alto flujo vehicular, esto provoca un gran desconcierto vehicular en el sector, provocando retrasos e incomodidad en todos los usuarios.

En la Avenida Ferroviaria diariamente circulan un alrededor de 1330 vehículos, los cuales pasan las cooperativas de transporte Intercantonal como Oroexpres, Guabo, Calderón, Centinela del sur, también circulan cooperativas de transporte urbano como la línea 5, línea 11, línea 18, que junto a la cantidad de vehículos particulares hace que la infraestructura existente no pueda soportar la gran demanda de movilización que exige el sector.

La vía posee una capa de rodadura de carpeta asfáltica deteriorada con fallas como baches, piel de cocodrilo etc., y en ciertos tramos se ha deteriorado de tal manera que en la evaluación realizada tiene una calificación muy mala. Debido a la deficiencia de la infraestructura vial de la zona las velocidades de circulación son bajas.

El sistema de drenaje es deficiente, solamente se encuentran colocadas 2 alcantarillas que evacuan el agua de 3 esteros existentes (humedales) y que permanecen activos durante toda la época del año.

Los altos índices de accidentabilidad que existen en la Avenida Ferroviaria provocados por la imprudencia de los conductores, la falta de señalética, la ausencia de bordillos y aceras para los peatones, provocando inseguridad en los moradores el sector. Las señales de tránsito verticales que existen en el sector es incompleto y la señalética horizontal es nula.

La inexistencia de paraderos no permite a los conductores, ni los usuarios acceder de una manera segura y cómoda al transporte público, provocando que se genere congestión vehicular en el sector.

### **2.2.2 FACTIBILIDAD**

Respondiendo a las necesidades antes mencionadas, tenemos que elaborar una propuesta de Infraestructura Vial Urbana que nos ayudará a mejorar y normalizar el flujo vehicular, nos otorgará seguridad y fomentará un orden con respecto a la materia de tránsito.

Dada la solución a la problemática, este proyecto busca una mejora del antiguo diseño que nos garantizará una movilidad segura reduciendo el índice accidentes de tránsito por negligencia y falta de cultura del conductor.

El presente estudio vial permitirá la posibilidad de que se otorgue con más rapidez los fondos económicos planteados para la estructuración vial la Avenida Ferroviaria, por parte de la Municipalidad de Machala.

La parroquia cuenta de un Plan de Ordenamiento Territorial, (POT), este plan contempla la apertura nuevas vías de acceso según sean necesarias para mejorar la calidad de vida, además de preservar en buen estado las mismas.

Esto facilitará el intercambio de productos, agilizará su comercio posibilitando el acceso hacia el centro de la parroquia lo que traería muchos beneficios a la ciudad, ya que aumentaríamos la rapidez en el transporte de mercancía y productos comerciales, reduciendo los tiempos de entrega, aumentando la competitividad.

### **2.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN VIABLE PARA SU DISEÑO**

De acuerdo a los estudios realizados, el diseño estructural de la capa de rodadura, en la avenida Ferroviaria, desde la intersección de la calle 6 y el distribuidor de tráfico (Tren), se presenta como alternativa para el descongestionamiento del tráfico existente, además de ser una avenida de gran importancia por la conexión directa, entre las zonas de intercambio comercial, al mismo tiempo mejorar el aspecto urbanístico del sector de nuestra ciudad.

Para el diseño estructural del pavimento flexible, determinaremos los espesores de cada capa de la estructura del pavimento como son base, sub-base y sub-rasante para nuestro diseño.

### **2.2.4 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE**

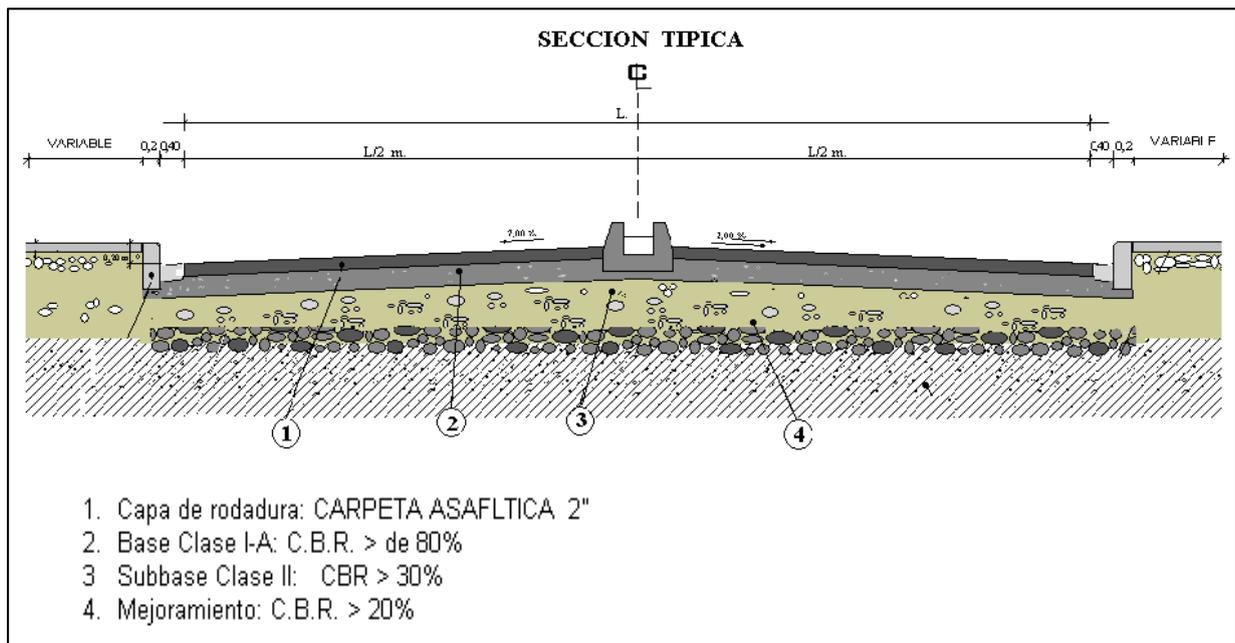
#### **2.2.4.1 Pavimentos Flexibles**

En nuestro proyecto en estudio se va a realizar el diseño del pavimento flexible, los mismos que están conformados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre las capas no rígidas, la base y la sub-base; este tipo de pavimentos es el de poder sufrir bajo carga deflexiones recuperables de magnitud apreciable lo que le da el carácter flexible.

*La estructura de pavimento analizada tres capas: la primera, una mezcla asfáltica, la segunda, una grava no tratada y la última, el suelo de soporte o subrasante. El estudio de la información se concentró en la capa de grava no tratada.(24)*

*La fase experimental ha consistido en determinar el comportamiento a fatiga de una serie de mezclas asfálticas comúnmente utilizadas en capas de base, unas rígidas y otras más flexibles, con distintas granulometrías, las cuales son evaluadas a las temperaturas de 20°C y 5°C, para simular el comportamiento de los pavimentos en diferentes estaciones climáticas. Se presenta un análisis de la vida a fatiga de una estructura de pavimento flexible utilizando las leyes de fatiga y los módulos dinámicos, ambos obtenidos experimentalmente.(25)*

*La estructura de pavimento analizada consta de tres capas: la primera, una mezcla asfáltica, la segunda, una grava no tratada y la última, el suelo de soporte o subrasante. El estudio de la información se concentró en la capa de grava no tratada.*



**Grafico 8: Estructura del Pavimento Flexible**

**Fuente:** [www.slideshare.net/nievesiita/pavimento](http://www.slideshare.net/nievesiita/pavimento)

### 2.2.4.2 Método de Diseño AASHTO 93

Para el diseño del pavimento flexible de la vía en estudio, utilizamos el método AASHTO93, American State Highway and Transportation Officials, este método toma en cuenta la confiabilidad, módulo resiliente de materiales, coeficientes de drenaje y efecto de sub-rasantes expansivas o sometidas a congelamiento y deshielo.

La ecuación básica de diseño de pavimentos flexibles es la siguiente:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = ZR(S_o) + 9.36 \times \text{log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{log}_{10}[\Delta PSI(4.2 - 2.0)]}{\frac{0.4 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \text{log}_{10}(MR) - 8.07$$

En donde:

**W<sub>18</sub>** = Número de aplicaciones de carga de un eje equivalente a 8.2 ton (80 KN ≈ 18Kips)

**Z<sub>R</sub>** = Valor "Z" correspondiente a la curva estandarizada

**S<sub>o</sub>** = error estándar de la predicción de tráfico y de ejecución (0.49)

**ΔPSI** = Diferencia entre el índice de servicio inicial (P<sub>o</sub>) y el índice final de servicio, (P<sub>t</sub>) (Pérdida de Serviciabilidad)

**M<sub>r</sub>** = Módulo resiliente de la sub-rasante (psi)

**SN** = Número estructural

### 2.2.4.3 Parámetros para el Diseño

Considerando la importancia de la vía, se considera un periodo inicial de diseño de 10 años complementándose con las actividades necesarias para llegar a un periodo de 20 años, manteniendo el índice de Serviciabilidad.

#### 2.2.4.4. Índice de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )

El pavimento es calificado entre 0 (para pavimentos en pésimas condiciones) y 5 (para pavimentos en perfecto estado). La servicialidad inicial se la describe con las letras  $P_o$ , se encuentra en función del diseño del pavimento y la calidad de la construcción. La final  $P_t$ , está en función de la vía. Los valores recomendados son:

##### 2.2.4.4.1. Serviciabilidad Inicial

$P_o = 4,5$  Para pavimentos Rígidos.

$P_o = 4,2$  Para pavimentos Flexibles.

##### 2.2.4.4.2. Serviciabilidad Final.

$P_t = 2,5$  o más Para caminos muy importantes.

$P_t = 2,0$  Para caminos menos importantes.

En nuestro proyecto el valor de Serviciabilidad Inicial  $P_o=4.2$ , y Serviciabilidad Final  $P_t=2.5$

La obtención del índice de Serviciabilidad se basa en la siguiente fórmula:

$$\Delta PSI = PSI_{INICIAL} - PSI_{FINAL}$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.5$$

$$\Delta PSI = 1.7$$

El índice de Serviciabilidad de la vía en estudio es de 1.70

**Tabla 23:** Índice de Serviciabilidad

| Índice de Serviciabilidad | Clasificación |
|---------------------------|---------------|
| 0-1                       | Muy mala      |
| 1-2                       | Mala          |
| 2-3                       | Regular       |
| 3-4                       | Buena         |
| 4-5                       | Muy buena     |

**Fuente:** AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

### 2.2.4.5. Cálculo de ejes equivalentes de 8.2 Ton.

Es necesario conocer el factor de daño según el tipo de vehículo que transite en la vía en estudio, para la determinación de los ejes equivalentes:

**Tabla 24:** Índice de Serviciabilidad

| TIPO | SIMPLE |             | SIMPLEDOBLE |             | TRIDEM |            | TRIDEM |            | FACTOR DAÑO |
|------|--------|-------------|-------------|-------------|--------|------------|--------|------------|-------------|
|      | ton    | $(P/6.6)^4$ | ton         | $(P/8.2)^4$ | Ton    | $(P/15)^4$ | Ton    | $(P/23)^4$ |             |
| BUS  | 4.0    | 0.13        | 8.0         | 0.91        |        |            |        |            | 1.04        |
| C-2P | 2.5    | 0.02        |             |             |        |            |        |            | 1.29        |
|      | 7.0    | 1.27        |             |             |        |            |        |            |             |
| C-2G | 6.0    | 0.68        | 11.0        | 3.24        |        |            |        |            | 3.92        |
| C-3  | 6.0    | 0.68        |             |             | 18     | 2.07       |        |            | 2.75        |
| C-4  | 6.0    | 0.68        |             |             |        |            | 25     | 1.40       | 2.08        |
| C-5  | 6.0    | 0.68        |             |             | 18     | 2.07       |        |            | 2.76        |
| C-6  | 6.0    | 0.68        |             |             | 18     | 2.07       | 25     | 1.40       | 4.16        |

Fuente: Diseño de Estructuras de Pavimento - AASHTO 1993

**Tabla 25:** Cálculo del número de eje equivalente a 8.2 Ton.

| AÑO  | % CRECIMIENTO |       |               | TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO |               |               | TOTAL | ACUMULADO W18 | UN CARRIL W18 |
|------|---------------|-------|---------------|--------------------------|---------------|---------------|-------|---------------|---------------|
|      | LIVIANOS      | BUSES | CAMION (C-2P) | LIVIANOS                 | CAMION (C-2P) | CAMION (C-2G) |       |               |               |
| 2015 | 4.23          | 2.87  | 2.10          | 686                      | 146           | 153           | 985   | 463787        | 278272        |
| 2016 | 3.65          | 2.55  | 1.87          | 688                      | 146           | 154           | 988   | 465200        | 279120        |
| 2017 | 3.65          | 2.55  | 1.87          | 690                      | 146           | 155           | 991   | 466612        | 279967        |
| 2018 | 3.65          | 2.55  | 1.87          | 693                      | 147           | 155           | 995   | 468496        | 281097        |
| 2019 | 3.65          | 2.55  | 1.87          | 695                      | 147           | 156           | 998   | 469908        | 281945        |
| 2020 | 3.65          | 2.55  | 1.87          | 698                      | 147           | 156           | 1001  | 471321        | 282793        |
| 2021 | 3.18          | 2.29  | 1.68          | 698                      | 147           | 156           | 1001  | 471321        | 282793        |
| 2022 | 3.18          | 2.29  | 1.68          | 701                      | 147           | 156           | 1004  | 472733        | 283640        |
| 2023 | 3.18          | 2.29  | 1.68          | 703                      | 147           | 157           | 1007  | 474146        | 284488        |
| 2024 | 3.18          | 2.29  | 1.68          | 706                      | 148           | 157           | 1011  | 476029        | 285618        |
| 2025 | 3.18          | 2.29  | 1.68          | 708                      | 148           | 157           | 1013  | 476971        | 286183        |
| 2026 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 708                      | 148           | 157           | 1013  | 476971        | 286183        |
| 2027 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 711                      | 148           | 158           | 1017  | 478854        | 287313        |
| 2028 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 713                      | 148           | 158           | 1019  | 479796        | 287878        |
| 2029 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 716                      | 148           | 158           | 1022  | 481209        | 288725        |
| 2030 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 719                      | 148           | 159           | 1026  | 483092        | 289855        |
| 2031 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 722                      | 149           | 159           | 1030  | 484976        | 290985        |
| 2032 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 724                      | 149           | 160           | 1033  | 486388        | 291833        |
| 2033 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 727                      | 149           | 162           | 1038  | 488742        | 293245        |
| 2034 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 730                      | 149           | 162           | 1041  | 490155        | 294093        |
| 2035 | 2.80          | 2.08  | 1.53          | 734                      | 149           | 162           | 1045  | 492038        | 295223        |

Fuente: Autor - 2015

#### 2.2.4.6. Confiabilidad "R"

El método AASHTO 93, utiliza un factor de confiabilidad el cual representa la seguridad que se tiene con la aplicación del método de diseño. Al analizar y clasificar la vía objeto de estudio de manera funcional se determinó que se trata de una vía colectora urbana.

Al ser una vía colectora urbana el nivel de confiabilidad está dentro del rango 80% al 95%, para el diseño se consideró un valor promedio siendo este el 85%.

**Tabla 26:** Niveles sugeridos de confiabilidad R

| Clasificación funcional       | Nivel de confiabilidad "R" |         |
|-------------------------------|----------------------------|---------|
|                               | Urbana                     | Rural   |
| Interestatales y vías rápidas | 85-99.9                    | 85-99.9 |
| Arterias principales          | 80-99                      | 75-95   |
| Colectoras                    | 80-95                      | 75-95   |
| Locales                       | 50-80                      | 50-80   |

**Fuente:** AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993*

#### 2.2.4.7. Desviación Estándar Normal "Zr"

La desviación estándar normal Zr está relacionada con el factor de confiabilidad. Para la obtención de este dato se utilizó la tabla detallada abajo y se identificó la confiabilidad obtenida anteriormente y se relacionó inmediatamente obteniendo como resultado un valor de Zr = -1.037.

**Tabla 27:** Valores de desviación estándar con respecto a la confiabilidad

| Confiabilidad "R" % | 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:** AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures 1993*

### 2.2.4.8. Desviación Estándar “So”

La AASHTO recomienda tomar los valores de la tabla: los valores comprendidos de (So) está dentro de los siguientes intervalos.

- Para pavimento flexibles 0,40 – 0,50
- En construcción nueva 0,35 – 0,40
- En sobre-capas 0,50

Se adopta  $S_o = 0,45$

### 2.2.4.9. Módulo de Resiliencia de la Sub-rasante “Mr”

Según el estudio realizado por el ingeniero Luis Chaguay Carrión, en la Avenida Ferroviaria desde la circunvalación Norte hasta el Cambio, que mediante los ensayos efectuados sobre muestras inalteradas de subrasante, obtuvo un valor de CBR de diseño de 4.89%. El mismo que se utilizara como base para el valor del C.B.R. de diseño de nuestro proyecto técnico.

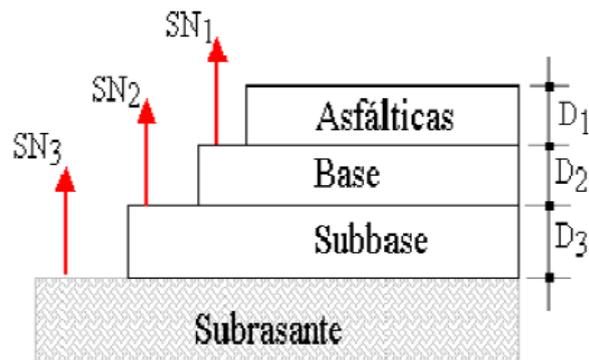
Ya que el valor de C.B.R. esta dentro del rango de 7,2% a 20% se aplica la siguiente ecuación:

$$R(???) = 1500 * ???^{0.65}$$

$$R(???) = 1500 * 4.89\%$$

$$R(???) = 7332 ???$$

### 2.2.4.10. NUMERO ESTRUCTURAL



$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

**Grafico 9:** Espesores de la estructura del pavimento

**Fuente:** Autor – 2015

$D_{1, 2, 3}$  = Espesores de capas asfálticas, base y sub-base en (pulg.)

$a_{1, 2, 3}$  = Coeficiente estructural de capa de superficie de rodadura, base y sub-base

$m_2, m_3$  = Coeficiente de drenaje de base y sub-base

En la práctica no deben colocarse espesores mínimos que los requeridos, ya que las capas con espesores mayores al mínimo son más estables. Para el cálculo de los espesores mínimos (en pulgadas), el método sugiere respetar los siguientes valores de  $k$  en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados (tabla 25 para el periodo de diseño).

**Tabla 28:** Valores mínimos de espesores en función de ejes equivalentes

| Trafico $W_{18}$  | Concreto Asfáltico $D_1$        | Capa Base $D_2$ |
|-------------------|---------------------------------|-----------------|
| < 50000           | 1.0 (o tratamiento superficial) | 4               |
| 50001 a 150000    | 2                               | 4               |
| 150001 a 500000   | 2.5                             | 4               |
| 500001 a 2000000  | 3                               | 6               |
| 2000001 a 7000000 | 3.5                             | 6               |
| 7000000 +         | 4                               | 6               |

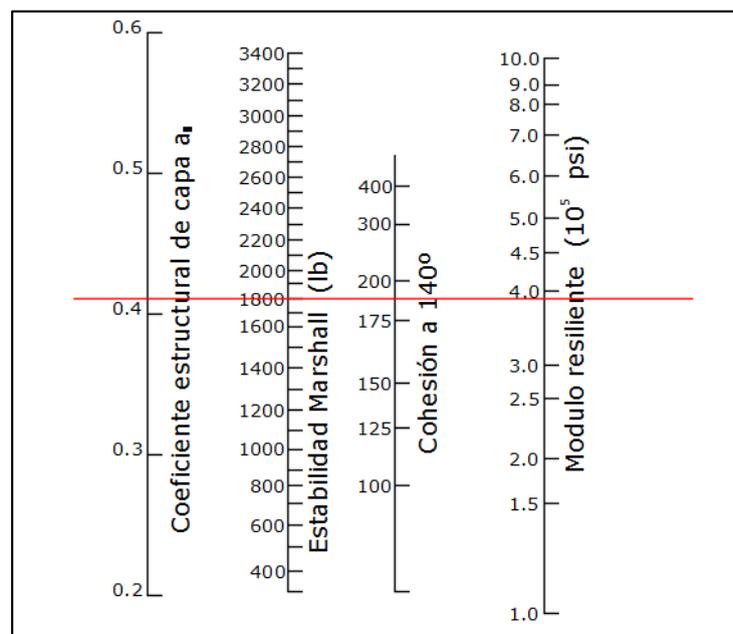
Fuente: AASHTO 93

- Espesor carpeta asfáltica= 3.5pulg  $\approx$  8.89 cm: 10cm
- Espesor Base= 6 pulg= 15 cm

#### 2.2.4.11. Determinación de los coeficientes estructurales de los materiales de la estructura del pavimento

##### 2.2.4.11.1. Coeficiente de la carpeta asfáltica ( $a_1$ )

Si conocemos el módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica en psi o si conoce la Estabilidad Marshall en libras.



**Grafico 10:** Nomograma para estimar el coeficiente estructural  $a_1$

Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993"

**Tabla 29:** Coeficientes estructurales de carpeta asfáltica  $a_1$

| Módulos Elásticos |      | Valores de $a_1$ |
|-------------------|------|------------------|
| PSI               | MPA  |                  |
| 125000            | 875  | 0.220            |
| 150000            | 1050 | 0.250            |
| 175000            | 1225 | 0.280            |
| 200000            | 1400 | 0.295            |
| 225000            | 1575 | 0.320            |
| 250000            | 1750 | 0.330            |
| 275000            | 1925 | 0.355            |
| 300000            | 2100 | 0.360            |
| 325000            | 2275 | 0.375            |
| 350000            | 2450 | 0.385            |
| 375000            | 2625 | 0.405            |
| 400000            | 2800 | 0.420            |
| 425000            | 2975 | 0.435            |
| 450000            | 3150 | 0.440            |

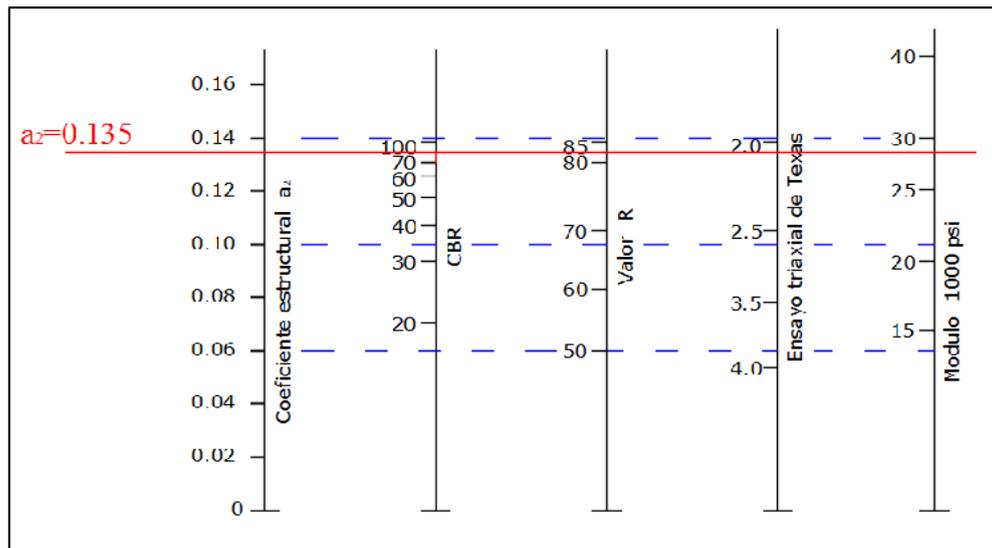
**Fuente:** Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

De acuerdo a la lectura dio como resultado:

Coeficiente estructural  $a_1 = 0,41$

### 2.2.4.11.2. Coeficiente estructural de la base ( $a_2$ )

Se determina el valor de coeficiente  $a_2$  para la condición mínima que debe poseer una Base, según las Normas técnicas del MTOP el CBR = 80%, además que el límite líquido deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6.



**Grafico 11:** Nomograma para estimar el coeficiente estructural  $a_2$

**Fuente:** Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”

**Tabla 30:** Coeficientes estructurales de carpeta asfáltica  $a_2$

| BASE DE AGREGADOS |       |
|-------------------|-------|
| CBR (%)           | $a_2$ |
| 20                | 0.070 |
| 25                | 0.085 |
| 30                | 0.095 |
| 35                | 0.100 |
| 40                | 0.105 |
| 45                | 0.112 |
| 50                | 0.115 |
| 55                | 0.120 |
| 60                | 0.125 |
| 70                | 0.130 |
| 80                | 0.133 |
| 90                | 0.137 |
| 100               | 0.140 |

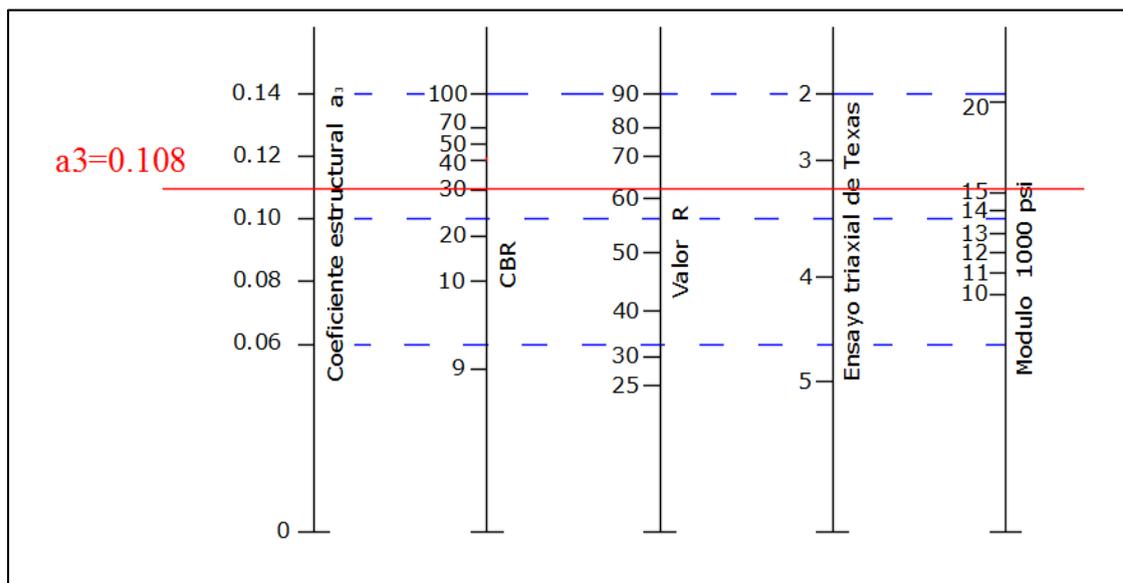
**Fuente:** Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993"

Módulo de la Capa Base =  $29 \times 1000$  psi = 29 ksi

Coeficiente estructural  $a_2 = 0.133$

### 2.2.4.11.3. Coeficiente estructural de la sub-base ( $a_3$ )

Se determina el valor de coeficiente  $a_2$  para la condición mínima que debe poseer una sub-base, según las Normas técnicas del MTOP el CBR = 30%.



**Gráfico 12:** Nomograma para estimar el coeficiente estructural  $a_3$

**Fuente:** Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993"

**Tabla 31:** Coeficientes estructurales de carpeta asfáltica a<sub>3</sub>

| SUB-BASE GRANULAR |                |
|-------------------|----------------|
| CBR (%)           | a <sub>2</sub> |
| 10                | 0.080          |
| 15                | 0.090          |
| 20                | 0.093          |
| 25                | 0.102          |
| 30                | 0.108          |
| 35                | 0.115          |
| 40                | 0.120          |
| 50                | 0.125          |
| 60                | 0.128          |
| 70                | 0.130          |
| 80                | 0.135          |
| 90                | 0.138          |
| 100               | 0.140          |

**Fuente:** Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993"

Módulo de la Capa de Sub-Base = 15,2 x1000 psi = 15,2 ksi

Coeficiente estructural a<sub>2</sub> = 0.108

#### 2.2.4.12. COEFICIENTE DE DRENAJE

Se refleja en la presencia de los factores que modifican los coeficientes de las capas en la ecuación del número estructural.

La calidad del drenaje se encuentra afectada por la falta de mantenimiento de las alcantarillas y cunetas, y dadas estas características topográficas y climáticas se mantendrá en esas condiciones por mucho tiempo, bajo estas consideraciones para el diseño de pavimento se ha asignado un valor de 0,80 al parámetro m.

**Tabla 32:** Resumen de variables

| Tipo de pavimento  | Flexible |
|--|----------|
| Periodo de diseño  | 20 años  |
| Servicialidad inicial Po                                   | 4.2      |
| Servicialidad final Pt                                     | 2.5      |
| confiabilidad R  | 85       |
| Desviación normal estándar Zr                              | -1.037   |
| Desviación estándar So                                     | 0.45     |
| Módulo de resiliencia o descarga de la subrasante          | 7332 psi |
| Eje equivalente W18  | 295223   |
| Coeficiente de la carpeta asfáltica a <sub>1</sub>         | 0.41     |
| Coeficiente estructural de la capa base a <sub>2</sub>     | 0.133    |
| Coeficiente estructural de la capa sub-base a <sub>3</sub> | 0.108    |
| Coeficiente de drenaje m <sub>2</sub> ,m <sub>3</sub>      | 0.80     |

**Fuente:** Autor – 2015

### 2.2.4.13. DETERMINACIÓN DEL NUMERO ESTRUCTURAL SN

Con los parámetros de diseños dados para el presente diseño de pavimento flexible y con la ayuda del programa ECUACION AASHTO 93 determinamos el número estructural SN igual a 2.75.

**Grafico 13:** Valor de SN

**Fuente:** Ecuación AASHTO 93

### 2.2.4.14. CALCULO DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO

FORMULA GENERAL

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

☞ Calculo de espesor de la carpeta asfáltica:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{2.75}{0.41}$$

$$D_1 = 6.7 \text{ pulg.}$$

$$\text{Espesor de Capa de Rodadura} = 4.0 \text{ pulg.}$$

$$SN_1 = a_1 * D_1$$

$$SN_1 = 0.41 * 4.0$$

$$SN_1 = 1.64$$

☞ Cálculo del espesor de la base granular:

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{m_2 * a_2}$$

$$D_2 = \frac{1.9 - 1.64}{1.126 * 0.133}$$

$$D_2 = 8.0 \text{ pulg.}$$

$$\text{Espesor de la capa de Base} = 6.0 \text{ pulg.}$$

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2$$

$$SN_2 = 0.133 * 6.0 * 1.126$$

$$SN_2 = 0.90$$

☞ Cálculo del espesor de la capa de Sub-base granular:

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_2 - SN_1)}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{2.08 - (1.9 - 1.64)}{0.108 * 1.244}$$

$$D_3 = 16 \text{ pulg.}$$

$$\text{Espesor de la capa de Sub-Base} = 16 \text{ pulg.}$$

$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3$$

$$SN_3 = 0.108 * 16.0 * 1.244$$

$$SN_3 = 2.15$$

155

☞ Comprobación del Número Estructural SN:

$$SN = SN_1 + SN_2 + SN_3$$

$$SN = 1.64 + 0.90 + 2.15$$

$$SN = 4.7 \approx 5.0 \quad \text{Verificación Correcta}$$

#### 2.2.4.15. CUADRO DE RESUMEN

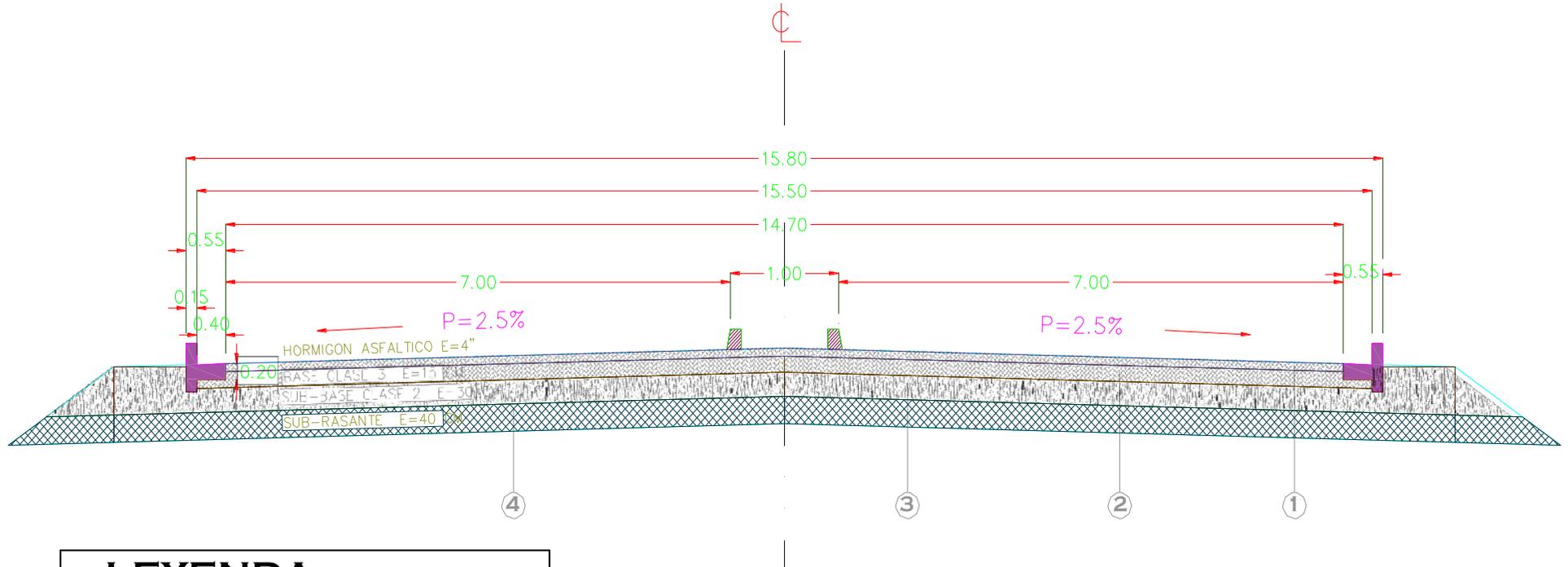
Se determinó los espesores de la carpeta asfáltica para elaborar un nuevo diseño estructural de pavimento flexible, a continuación describimos los espesores de las capas del pavimento:

**Tabla 33:** Cuadro de resumen de los espesores del Pavimento Flexible

| CAPAS DEL PAVIMENTO | ESPESOR (cm) | PERIODO DISEÑO AÑOS |
|---------------------|--------------|---------------------|
| Capa de rodadura    | 10.00        | 20                  |
| Base                | 15.00        |                     |
| Sub-base            | 30.00        |                     |

**Fuente:** Autor – 2015

# SECCION TRANSVERSAL DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA AVENIDA FERROVIARIA



- LEYENDA**
- 1. - HORMIGON ASFALTICO E= 4"
  - 2. - BASE CLASE 3 E=15 CM
  - 3. - SUB-BASE CLASE 2 E=30 CM
  - 4. - MEJORAMIENTO MAT. SELEC. E=40 CM

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

#### 3.1. Concepción del Prototipo

Realizar el Diseño Estructural de la Capa de rodadura de la Avenida Ferroviaria, desde intersección de la Calle 6 y el distribuidor de Tráfico (El Tren), del Cantón Machala, Provincia de El Oro, para mejorar las condiciones de movilidad vial.



**Grafico 14:** *Flujo vehicular en la Av. Ferroviaria*

**Fuente:** *Autor – 2015*

#### 3.2. Memoria Técnica

##### 3.2.1. Justificación

El presente trabajo de titulación bajo el tema “Diseño estructural de la capa de rodadura de la avenida Ferroviaria, desde la intersección de la calle 6 y el distribuidor de tráfico, en la Ciudad de Machala, Provincia de El Oro”, se pudo determinar que actualmente la capa de rodadura cumplió su vida útil por lo tanto no puede soportar las exigencias del tráfico actual por lo que este proyecto, justifica la realización de una propuesta de rehabilitación de la capa de rodadura siguiendo las normas AASTHO 93 para su diseño, esto nos permitirá mejorar la accesibilidad de los habitantes del sector, también mejorar la circulación de los transporte públicos y privados.

##### 3.2.2. Fundamentación Teórica de la Propuesta

La capa de rodadura de la Avenida Ferroviaria, desde la intersección de la Calle 6 y el distribuidor de Tráfico (El Tren), se encuentra en malas condiciones, ocasionando problemas en el flujo vehicular, por lo que es indispensable diseñar una nueva capa de rodadura para brindar una mejor circulación vehicular.

### 3.2.3. Ubicación sectorial y física

Este proyecto de estudio se encuentra ubicado en la provincia de El Oro, perteneciente al cantón Machala, parroquia la Providencia.

*Tabla 34: Coordenadas de inicio y fin del proyecto*

| <b>INICIO DEL PROYECTO (Distribuidor de trafico)</b>  |                       |
|---|-----------------------|
| <b>LONGITUD</b>                                       | <b>LATITUD</b>        |
| <b>X = 618199,54</b>                                  | <b>Y = 9638528,58</b> |
| <b>FIN DEL PROYECTO (Intersección con la Calle 6)</b> |                       |
| <b>LONGITUD</b>                                       | <b>LATITUD</b>        |
| <b>X = 618604,98</b>                                  | <b>Y = 9638191,06</b> |

*Fuente: Autor – 2015*

*Tabla 35: Limites del proyecto técnico*

| <b>LIMITE DEL PROYECTO TECNICO</b>   |
|--|
| <b>NORTE</b>   |
| Empieza en la culminación de la calle K, bordeando el área de expansión que colinda con la parroquia El Guabo, por la proyección de la Av. La Primavera. |
| <b>SUR</b>   |
| Empieza en la intersección con la calle Néstor Rosendo Menéndez y la calle 6 Este "Buenavista" y finaliza en la Avd. Pajonal.                            |
| <b>ESTE</b>  |
| Lindera con la proyección de la vía del Nuevo Terminal Terrestre.  |

*Fuente: Autor – 2015*

### 3.2.4. Impacto y Beneficios

El impacto de este proyecto será positivo, ya que contribuirá con las condiciones para el desarrollo del sector y ayudara a reducir considerablemente el congestionamiento vehicular.

Los habitantes del sector que viven cercar de la vía en estudio serán los beneficiarios directos para la rehabilitación de la Avenida Ferroviaria, además que servirá también para la circulación de automotores y el traslado de todo tipo de mercadería y productos que se dan en el Cantón Machala, la misma que ayudara con el desarrollo económico, social, cultural y tecnológico.

### 3.2.5. Planos de diseño definitivos

Ver anexo 4

### 3.2.6. Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas son documentos del contrato de vital importancia en un proyecto de construcción porque definen las normas, exigencias y procedimientos que van a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción.

En el diseño vial se adjunta las normas y especificaciones que existen en el MTOP y que describen cada uno de los rubros a utilizarse en el proyecto ya mencionado.

#### - REPLANTEO Y NIVELACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

**a.- Definición:** Es el trazado de precisión del proyecto en el terreno por medio de la ubicación de los ejes principales y niveles básicos, sobre la base de los planos aprobados por la entidad. Incluye la instalación de señales provisionales o definitivas como mojones, estacas y referencias; con la identificación y señalización adecuada así como su reposición cuando sea necesaria, hasta la ejecución y recepción de los trabajos que indique la Fiscalización.

**b.- Especificación:** Los trabajos deben ser ejecutados por personal capacitado y con el equipo de precisión, tales como: Estación Total y libreta electrónica, teodolito, nivel de ingeniero, cinta, etc.

La información topográfica, así como los cálculos, croquis, comprobaciones y referencias se registrarán en el libro de topografía, el que se entregará como justificativo para la aprobación y pago de los trabajos.

**c.- Ensayos y Tolerancias:** Se aplicaran las tolerancias que rigen en la topografía y según los equipos utilizados. En general se considerarán: para estación total +/- 5 mm, en distancias y 5 segundos en ángulos horizontales y verticales; 30 segundos por ángulo medio con teodolito; +/- 1 mm por lectura.

**d.- Pago:** Las cantidades medidas en la forma indicada en el numeral anterior se pagaran al precio unitario especificado para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

#### - EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR CON EXCAVADORA 0-2 M (VIAS)

**Descripción.-** Son toda las acciones que se efectúen para excavar el terreno de las vías a regenerar, para lo cual se constatarán en sitio los niveles de terreno y proyecto y luego proceder a cortar de acuerdo a los planos aprobados. El Contratista será responsable del desalojo de los materiales extraídos de las excavaciones, de acuerdo con la documentación contractual.

**Procedimiento.-** La tierra o material extraído de las excavaciones que deban emplearse en posteriores rellenos, se depositará provisoriamente en los sitios más próximos a ellas en que sea posible hacerlo y siempre que con ello no se ocasionen entorpecimientos al tráfico, así como al libre escurrimiento de las aguas superficiales, ni se produzca cualquier otra clase de inconvenientes que a juicio de la Fiscalización pudieran evitarse.

El Contratista deberá realizar la ejecución de todas las actividades requeridas para el retiro y desalojo de todos los materiales sobrantes de la excavación de zanjas o fosas, cuyo material no ha sido utilizado en otro rubro de la obra, los

escombros productos de demoliciones y otros desperdicios, así como los materiales rechazados por no cumplir con las especificaciones técnicas para la ejecución de rellenos.

El desalojo debe estar previamente definido en el proyecto estableciendo los sitios de depósito. El desalojo de los materiales sobrantes debe ejecutarse en correspondencia al programa de trabajo, cumpliendo además con el plan de manejo ambiental reduciendo los probables impactos, como presencia de polvo y el consecuente impacto a la salud de los pobladores, las interrupciones y demoras en el tráfico vehicular y peatonal; previendo la contaminación de los cauces de agua y ductos de drenaje del sector, así como protegiendo las vías de circulación de posibles escapes del material de desalojo durante el transporte hacia el depósito final o botadero.

**Unidad:** Metros cúbicos (m3)

**Materiales mínimos:**

**Equipo mínimo:** Excavadora, herramienta manual.

**Mano de obra mínima calificada:** Estr. Oc. C1 (Grupo I) Retroexcavadora, Estr. Oc. D2 (Engrasador o abastecedor responsable), Estr. Oc. C1 (maestro m eoc) C IV, Estr. Oc. E2 (peon) Cl.

**Medición y pago**

El desalojo será medido y pagado en metros cúbicos.

#### - **DESALOJO DE MATERIAL, CARGADO A MÁQUINA, D < A 6 KM**

**Descripción.-** El Contratista será responsable del desalojo de los materiales extraídos de las excavaciones, de acuerdo con la documentación contractual.

**Procedimiento.-** La tierra o material extraído de las excavaciones que deban emplearse en posteriores rellenos, se depositará provisoriamente en los sitios más próximos a ellas en que sea posible hacerlo y siempre que con ello no se ocasionen entorpecimientos al tráfico, así como al libre escurrimiento de las aguas superficiales, ni se produzca cualquier otra clase de inconvenientes que a juicio de la Fiscalización pudieran evitarse.

El Contratista deberá realizar la ejecución de todas las actividades requeridas para el retiro y desalojo de todos los materiales sobrantes de la excavación de zanjas o fosas, cuyo material no ha sido utilizado en otro rubro de la obra, los escombros productos de demoliciones y otros desperdicios, así como los materiales rechazados por no cumplir con las especificaciones técnicas para la ejecución de rellenos. . Se considerará en este rubro que se utilizará la retroexcavadora del rubro excavación, es decir que se retirará el material de desalojo inmediatamente luego de proceder con la excavación.

El desalojo debe estar previamente definido en el proyecto estableciendo los sitios de depósito. El desalojo de los materiales sobrantes debe ejecutarse en correspondencia al programa de trabajo, cumpliendo además con el plan de manejo ambiental reduciendo los probables impactos, como presencia de polvo y

el consecuente impacto a la salud de los pobladores, las interrupciones y demoras en el tráfico vehicular y peatonal; previendo la contaminación de los cauces de agua y ductos de drenaje del sector, así como protegiendo las vías de circulación de posibles escapes del material de desalojo durante el transporte hacia el depósito final o botadero. Los permisos, tasas municipales necesarias para realizar depósitos en la vía pública, serán gestionados por el Contratista. Si el Contratista debiera recurrir a la ocupación de terrenos ajenos a él, para efectuar los depósitos provisionales de tierra, deberá gestionar previamente la autorización del propietario respectivo, recabando esta por escrito aun cuando fuese a título gratuito y remitiendo copia a la Fiscalización.

**Unidad:** Metros cúbicos (m<sup>3</sup>)

**Materiales mínimos:**

**Equipo mínimo:** volquete, herramienta manual.

**Mano de obra mínima calificada:** Estr. Oc. C1 (Chofer Vol, tanq, plat, tray, otros), Estr. Oc. E2 (peón) CI

**Medición y pago**

El desalojo será medido y pagado en metros cúbicos.

#### - **SUB-BASE DE AGREGADOS**

**Descripción.-** Consiste en la colocación de una capa de sub-base granular Clase 2, considerada en la Sección 403. Sub-bases, de las Especificaciones Generales para Construcción de Caminos y Puentes publicadas por el Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones vigente, compuesta por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos.

La capa sub-base se colocara sobre la sub-rasante previamente preparada y aprobada y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

**Materiales.-** La sub-base de agregados es de Clase 2.- El limite liquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El Porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 30%. Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

**Clase 2.-** Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Sección 816.

Estas sub-bases deben estar graduadas uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1.1.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación podrá

completarse con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados preferentemente en planta.

| TAMIZ              | Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada |          |         |
|--------------------|---|----------|---------|
|                    | CLASE 1   | CLASE 2  | CLASE 3 |
| 3" (76.2 mm.)      | --  | --       | 100     |
| 2" (50.4 mm.)      | --  | 100      | --      |
| 1 1/2 (38,1 mm.)   | 100   | 70 - 100 | --      |
| Nº 4 (4.75 mm.)    | 30 - 70   | 30 - 70  | 30 - 70 |
| Nº 40 (0.425 mm.)  | 10 - 35   | 15 - 40  | --      |
| Nº 200 (0.075 mm.) | 0 - 15  | 0 - 20   | 0 - 20  |

**Medición.-** La cantidad a pagarse por la construcción de la sub-base, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado (95 cm) y un ancho correspondiente al de la vía. La medición se efectuara considerando la longitud total tomada en el eje de las vías por un ancho correspondiente según la vía y aceptada por el Fiscalizador.

**Pago.-** La cantidad determinada en la forma indicada en el párrafo anterior, será pagada a los precios contractuales señalados para el rubro asignado y que conste en el contrato.

#### - **BASE DE AGREGADOS.**

La colocación de base de agregados radicará en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos.

Es importante mencionar que la capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, considerando pendientes, alineamientos y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

El material base debe cumplir con varios requisitos como: de la fracción que pase el tamiz Nº 40, el límite líquido deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Existen diferentes clases de bases, por ejemplo:

- **Clase 1:** Son bases formadas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100%, graduado uniformemente dentro de los límites granulométricos. El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Pero en el caso de que hiciera falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación existe la opción de completarlo con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados necesariamente en planta.

- **Clase 2:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso.
- **Clase 3:** Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso.
- **Clase 4:** Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas.

Considerando que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Se deberán realizar nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal, con el fin de verificar que las cotas de la superficie terminada no varíen en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto. En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando, volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptimo y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

#### - **RIEGO DE IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA**

**Descripción.-** Este trabajo consiste en el suministro y distribución de material bituminoso, aplicación de asfalto diluido de curado medio sobre una base de asfalto, empedrado o base granular, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso, con escoba mecánica.

**Materiales.-** El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido de curado medio tipo MC250, la calidad del asfalto diluido deberá cumplir con los requisitos determinados en el cuadro 810-3.2. De las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MTOP-001-F2002.

Durante la aplicación puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, en cuyo caso el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato. Sin embargo, el Fiscalizador no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

**Equipo.-** El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador. El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado o aparte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación.

El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado

uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación.

El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización.

El tanque del distribuidor dispondrá de sistema de calentamiento regulado con recirculación para mantener una temperatura uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

#### - **CARPETA ASFÁLTICO e=4”**

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en asfaltar la capa sobre la sub-base ya que existe un material granular de clase 2 muy buena.

Se incluye en este rubro la eliminación de malezas utilizando el producto químico correspondiente, el barrido con escoba mecánica autopropulsada.

Los trabajos a realizar constituyen parte del rubro Asfaltado con Hormigón Asfáltico.

#### - **CARPETA ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA**

**a.- Descripción.-** El trabajo consistirá en la construcción de la capa de rodadura con hormigón asfáltico, espesor = 3pulgadas, constituido por agregados en la granulometría especificada y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, colocado sobre una base de asfalto, empedrado material granular, previamente bacheada con mezcla asfáltica y colocado un riego de imprimación.

**b. Materiales.-** Material Asfáltico.- El tipo de asfalto a ser utilizado será cemento asfáltico con un grado de penetración 60–70 para carpeta asfáltica. En caso de ser necesario, el fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción, hasta grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el contrato.

El material consistirá en asfalto refinado, o una combinación de asfalto refinado y aceite fluidificante, de consistencia adecuada para trabajos de pavimentación. Será homogéneo y libre de agua, no contendrá ningún residuo obtenido por la destilación artificial del carbón, ni alquitrán de carbón, y no producirá espuma al calentarse a 175 °C y deberán satisfacer los requerimientos ASSHTO M20.

**Agregados.-** Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta serán del tipo A, es decir que todas las partículas que forman el agregado grueso se obtienen por trituración. El agregado fino puede ser arena natural o material triturado y, de requerirse, se puede añadir relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación indicadas en la tabla 405-5-1 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MTOP-001-F2002

Los agregados serán fragmentos limpios, resistentes y duros, libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, así como de materia vegetal cubierto de arcilla u otro mineral inconveniente. Los agregados gruesos no deberán tener un desgaste mayor de 40 % luego de 500 revoluciones en la máquina de los Ángeles, cuando sean ensayados a la abrasión. El agregado no debe experimentar desintegración ni pérdida total mayor del 12 %, cuando se someta a 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio, en la prueba de durabilidad.

Los agregados serán de características tales que, al ser impregnados con material bituminoso, más del 95 % de este material bituminoso permanezca impregnando las partículas, después de realizado el ensayo de resistencia a la peladura. Los agregados gruesos deberán tener cierta angularidad, el 85 % de agregado grueso deberá tener por lo menos una cara fracturada y el 80 % deberá tener por lo menos dos caras fracturadas.

**- BORDILLOS DE H.S (F'C = 180 KG/ CM2 - 0.10 X 0.50)**

**Descripción.-** Es el hormigón simple de resistencia determinada, destinado a conformar los bordillos, y es parte integrante de la estructura que requieren de encofrados para su fundición.

El objetivo es la construcción de bordillos de hormigón, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

**Unidad:** Metro lineal (ml).

**Materiales mínimos:** Cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.

**Equipo mínimo:** Herramienta menor, concreteira, vibrador.

**Mano de obra mínima calificada:** Categorías I, III y V.

### 3.3. Presupuesto (general)

#### TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS PRESUPUESTO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

**PROYECTO:** Avenida Ferroviaria entre la intersección de la Calle 6 y Distribuidor de Trafico

**ELABORADO:** José Crespo

**UBICACION :** MACHALA

**FECHA :** oct-15

| Rubro                     | Descripción   | Unidad | Cantidad  | Precio unitario | Precio Total      |
|---------------------------|---|--------|-----------|-----------------|-------------------|
| <b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b> |   |        |           |                 |                   |
| 1                         | Replanteo y nivelación con equipo topográfico           | ml     | 500.00    | 2.74            | 1 370.00          |
| 2                         | Excavación sin clasificar con Excavadora 0 - 2 m (vías) | m3     | 1400.00   | 3.97            | 5 558.00          |
| 3                         | Desalojo de material, cargado a máquina, d < a 6 km.    | m3     | 1400.00   | 2.10            | 2 940.00          |
| 4                         | Asfalto de imprimación                                  | lt     | 209.00    | 0.64            | 133.76            |
| 5                         | Capa de rodadura de hormigón asfáltico                  | m2     | 7000.00   | 7.64            | 53 480.00         |
| 6                         | Transporte de Asfalto (De Planta a Obra ) M3-Km         | km/h   | 390350.24 | 0.24            | 93 684.06         |
| 7                         | Hormigón simple para bordillos f'c= 250Kg/cm2           | ml     | 1000.00   | 29.23           | 29 230.00         |
| <b>TOTAL SIN I.V.A.</b>   |   |        |           | <b>USD \$</b>   | <b>185 025.82</b> |

(Nota: Estos precios no incluyen IVA)

**PRECIO TOTAL DE LA OFERTA:** CIENTO OCHENTA Y CINCO MIL VEINTE Y CINCO CON 82/100 dólares



### **3.5. CONCLUSIONES**

- Se determinó que las diferentes tipos de fallas que se presenta a lo largo de la Avenida Ferroviaria afectan actualmente a la capa de rodadura existente causando malestar en los conductores que transita por dicho sector es así que la solución más viable es el diseño estructural de la capa de rodadura.
- El mejoramiento de la vía es una necesidad primordial, ya que cambiara notablemente la situación socio – económica, representando costos de mantenimiento vehicular y reduciendo el tiempo de circulación, mejorando la seguridad, comodidad y funcionalidad de los habitantes del sector de la Avenida Ferroviaria.
- Del estudio de tráfico se concluye que la Avenida Ferroviaria es una carretera Clase II, puesto que su TPDA proyectado a 20 años está entre el rango de 1000 a 3000.

### **3.6. RECOMENDACIONES**

- Para la colocación de carpeta rodadura se recomienda cumplir con las normas y especificaciones técnicas dadas por el MTOP, para así obtener una vía de óptima calidad.
- Para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector de la Avenida Ferroviaria se recomienda el diseño de la estructura del pavimento flexible considerando que este se debe efectuar con una proyección de 20 años con el fin de recuperar su serviciabilidad y tomando en cuenta las nuevas consideraciones del sitio en dicho tiempo.
- Se recomienda la instalación de señalización vial tanto horizontal como vertical con la finalidad de otorgar información preventiva, reglamentaria e informativa, proporcionando a los habitantes del sector bienestar y seguridad.

## Referencias bibliográficas

1. Artículos. 2008;
2. Quezada B, Pelayo Z, Mantenimiento EL, En DEP, Urbanas V, Caso EL, et al. El mantenimiento de pavimentos en vialidades urbanas : El caso de la Zona Metropolitana de Querétaro ( México ) Maintenance of urban pavements : The case of the Queretaro Metropolitan Area ( México ). Julio. 2008;12(pavimentos flexible):67–75.
3. Díaz E, Díaz HE. DESARROLLO ECONOMICO Y DESARROLLO URBANO : UNA ALEACION INELUDIBLE. 2004;
4. Vera I, Thenoux G, Solminihaç HD, Echaveguren T. Modelo de evaluación técnica del desempeño del mantenimiento de pavimentos flexibles. Rev la Constr. 2010;9(2):76–88.
5. Díaz P, Suárez R, Hernando J, Melgarejo M, Hercilia Y, Mauricio J, et al. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91131484005>. 2014;
6. Urazán CF, Garzón LF, Ardila M, Rondón H, Flóres NOÉV, Lamus FA. Implicaciones de la geometría, uso del suelo y dispositivos que controlen intersecciones de un corredor vial de flujo continuo. (Spanish). Implic Geom L use Control devices that Control Intersect a Contin flow corridor [Internet]. 2013;17(38):53–67. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=91539210&lang=es&site=ehost-live>
7. Assessment P. Evaluación probabilística del agrietamiento de pavimentos asfálticos en carreteras de Chile. Rev la Constr. 2013;12 N° 2:152–65.
8. Díaz K, Carlos A. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19800706>. 2003;
9. Urbana DEL a M, Mobility U. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25819403004>. 2011;
10. Miquel P. Análisis de Regularidad Superficial en Caminos Pavimentados. 2006;
11. Hoyos-martínez JE De, Álvarez-Vallejo A. Transporte urbano y movilidad , hacia una dinámica urbana sustentable y competitiva. 2014;
12. Javier López Delgado. La Señalización Vertical De Carreteras Como Herramienta Para. 2008;382(julio):4. Available from: [http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra382\\_10.pdf](http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra382_10.pdf)

13. Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos Industriales Utilizando el Software HIPAVE. 2009;
14. Ríos J, Martínez I. Sistema de administración de pavimentos sobre la ciudad de Bogotá. 2009;17. Available from:  
[http://www.umng.edu.co/documents/10162/745281/V3N2\\_28.pdf](http://www.umng.edu.co/documents/10162/745281/V3N2_28.pdf)
15. Haider SW, Dwaikat MB. Estimating Optimum Timing for Preventive Maintenance Treatment to Mitigate Pavement Roughness. Transp Res Rec J Transp Res Board. 2011;2235:43–53.
16. Cabrera A G, Velásquez O N, Valladares G M. Road traffic safety, a challenge to public health in the XXI century Colombia. Fac Nac Salud Pública El Escen para la salud pública desde la Cienc [Internet]. 2009;27:218–25. Available from:  
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3986814&info=resumen&idioma=ENG>
17. Durán Romero R. Seguridad vial y calidad de vida. Psychosoc Interv. 2008;17(1):5–6.
18. Eugenia M, Merchán P. SEGURIDAD VIAL Y PEATONAL : UNA. 2011;
19. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2. Centro Internacional Forense. 2006;38(4):1375–8.
20. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405005>. 2014;
21. Lizcano FR. Comportamiento Resiliente De Materiales Granulares En Pavimentos Flexibles : Estado Del Conocimiento Resilient Behavior of Granular Materials in Flexible Pavements : State of the Art. Rev Ing Univ Medellin. 2007;6(5):65–90.
22. Vásquez R. Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras. 2002;90. Available from:  
<http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>
23. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75017164013>. 2010;
24. Ciencia e Ingeniería Neogranadina Comparación del cálculo de una estructura de pavimento flexible por elementos finitos y cálculo teórico . Óscar Javier Reyes Ortiz . 1 , Javier Fernando Camacho Tauta . 2 Grupo de investigación en geotecnia - Universidad . 2004;
25. Valdés G, Pérez-Jiménez F, Martínez a. Influencia de la temperatura y tipo de mezcla asfáltica en el comportamiento a fatiga de los pavimentos flexibles. Rev la Constr. 2012;11(1):88–101.

## **ANEXOS 1**

### **CONTEO DE TRÁFICO**

**CONTEO DE TRAFICO AVDA. FERROVIARIA (HORAS PICO)**

| <b>VIA:</b>                    |       | Av. Ferroviaria                                    |      |     |             |       |       |                 |
|--------------------------------|-------|--|------|-----|-------------|-------|-------|-----------------|
| <b>SENTIDO DE CIRCULACION:</b> |       | Interseccion con la Avda. Alejandro Castro Benitez |      |     |             |       |       |                 |
| <b>FECHA:</b>                  |       | 01/10/2015   |      |     | <b>DIA:</b> |       | Lunes |                 |
| <b>REALIZADO POR:</b>          |       | Jose Luis Crespo Mera.                             |      |     |             |       |       |                 |
| HORA                           | AUTOS | CAMIONES   |      |     |             |       | TOTAL | TOTAL ACUMULADO |
|                                |       | C-2P   | C-2G | C-3 | C-4         | TOTAL |       |                 |
| 7h00-7h15                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     |                 |
| 7h15-7h30                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     |                 |
| 7h30-7h45                      | 2     | 1  | 1    |     |             | 4     | 4     |                 |
| 7h45-8h00                      | 2     | 1  | 1    |     |             | 4     | 4     | 16              |
| 8h00-8h15                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 16              |
| 8h15-8h30                      |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 12              |
| 8h30-8h45                      |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 8               |
| 8h45-9h00                      |       | 1  |      |     |             | 1     | 1     | 5               |
| 9h00-9h15                      |       | 2  |      |     |             | 2     | 2     | 3               |
| 9h15-9h30                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 7               |
| 9h30-9h45                      | 2     | 1  |      |     |             | 3     | 3     | 10              |
| 9h45-10h00                     | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 13              |
| 10h00-10h15                    | 2     |  | 1    |     |             | 3     | 3     | 14              |
| 10h15-10h30                    |       |  | 1    |     |             | 1     | 1     | 11              |
| 10h30-10h45                    |       | 1  |      |     |             | 1     | 1     | 9               |
| 10h45-11h00                    |       | 2  |      |     |             | 2     | 2     | 7               |
| 11h00-11h15                    | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 8               |
| 11h15-11h30                    | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 11              |
| 11h30-11h45                    | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 14              |
| 11h45-12h00                    | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 16              |
| 12h00-12h15                    | 2     |  |      |     |             | 2     | 2     | 14              |
| 12h15-12h30                    | 2     |  |      |     |             | 2     | 2     | 12              |
| 12h30-12h45                    | 2     |  |      |     |             | 2     | 2     | 10              |
| 12h45-13h00                    | 2     |  |      |     |             | 2     | 2     | 8               |
| 13h00-13h15                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 6               |
| 13h15-13h30                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 4               |
| 13h30-13h45                    | 2     | 1  |      |     |             | 3     | 3     | 5               |
| 13h45-14h00                    |       | 2  |      |     |             | 2     | 2     | 5               |
| 14h00-14h15                    | 2     | 2  | 1    |     |             | 5     | 5     | 10              |
| 14h15-14h30                    | 2     | 2  | 1    |     |             | 5     | 5     | 15              |
| 14h30-14h45                    |       | 2  |      |     |             | 2     | 2     | 14              |
| 14h45-15h00                    | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 16              |
| 15h00-15h15                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 11              |
| 15h15-15h30                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 6               |
| 15h30-15h45                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 4               |
| 15h45-16h00                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 0               |
| 16h00-16h15                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 0               |
| 16h15-16h30                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 0               |
| 16h30-16h45                    |       |  |      |     |             | 0     | 0     | 0               |
| 16h45-17h00                    | 2     | 1  |      |     |             | 3     | 3     | 3               |
| 17h00-17h15                    |       |  |      |     |             |       |       | 3               |
| 17h15-17h30                    |       |  |      |     |             |       |       | 3               |
| 17h30-17h45                    |       |  |      |     |             |       |       | 3               |
| 17h45-18h00                    |       |  |      |     |             |       |       | 0               |
| 18h00-18h15                    | 2     | 2  | 1    |     |             | 5     | 5     | 5               |
| 18h15-18h30                    | 2     | 2  | 1    |     |             | 5     | 5     | 10              |
| 18h30-18h45                    | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 14              |
| 18h45-19h00                    | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4     | 18              |

**CONTEO DE TRAFICO AVDA. FERROVIARIA (HORAS PICO)**

| CONTEO DE TRAFICO AVDA. FERROVIARIA (HORAS PICO) |       |  |      |     |             |       |           |                 |
|--|-------|--|------|-----|-------------|-------|-----------|-----------------|
| <b>VIA:</b>                                      |       | Av. Ferroviaria                                    |      |     |             |       |           |                 |
| <b>SENTIDO DE CIRCULACION:</b>                   |       | Interseccion con la Avda. Alejandro Castro Benitez |      |     |             |       |           |                 |
| <b>FECHA:</b>                                    |       | 01/10/2015   |      |     | <b>DIA:</b> |       | Miercoles |                 |
| <b>REALIZADO POR:</b>                            |       | Jose Luis Crespo Mera.                             |      |     |             |       |           |                 |
| HORA   | AUTOS | CAMIONES   |      |     |             |       | TOTAL     | TOTAL ACUMULADO |
|  |       | C-2P   | C-2G | C-3 | C-4         | TOTAL |           |                 |
| 7h00-7h15  | 1     |  |      |     |             | 1     | 1         |                 |
| 7h15-7h30  | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         |                 |
| 7h30-7h45  |       |  | 1    |     |             | 1     | 1         |                 |
| 7h45-8h00  | 2     | 1  | 1    |     |             | 4     | 4         | 8               |
| 8h00-8h15  | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4         | 11              |
| 8h15-8h30  |       |  |      |     |             | 0     | 0         | 9               |
| 8h30-8h45  |       |  |      |     |             | 0     | 0         | 8               |
| 8h45-9h00  |       | 1  |      |     |             | 1     | 1         | 5               |
| 9h00-9h15  | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         | 3               |
| 9h15-9h30  | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         | 5               |
| 9h30-9h45  |       | 1  |      |     |             | 1     | 1         | 6               |
| 9h45-10h00                                       | 1     | 2  |      |     |             | 3     | 3         | 8               |
| 10h00-10h15                                      | 2     |  | 1    |     |             | 3     | 3         | 9               |
| 10h15-10h30                                      |       |  | 1    |     |             | 1     | 1         | 8               |
| 10h30-10h45                                      |       | 1  |      |     |             | 1     | 1         | 8               |
| 10h45-11h00                                      | 1     |  |      |     |             | 1     | 1         | 6               |
| 11h00-11h15                                      | 1     | 2  |      |     |             | 3     | 3         | 6               |
| 11h15-11h30                                      | 2     | 1  |      |     |             | 3     | 3         | 8               |
| 11h30-11h45                                      | 2     | 1  |      |     |             | 3     | 3         | 10              |
| 11h45-12h00                                      | 1     |  |      |     |             | 1     | 1         | 10              |
| 12h00-12h15                                      | 1     |  |      |     |             | 1     | 1         | 8               |
| 12h15-12h30                                      | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         | 7               |
| 12h30-12h45                                      | 1     |  |      |     |             | 1     | 1         | 5               |
| 12h45-13h00                                      | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         | 6               |
| 13h00-13h15                                      | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         | 7               |
| 13h15-13h30                                      |       |  |      |     |             | 0     | 0         | 5               |
| 13h30-13h45                                      | 2     | 1  |      |     |             | 3     | 3         | 7               |
| 13h45-14h00                                      | 1     | 2  |      |     |             | 3     | 3         | 8               |
| 14h00-14h15                                      |       | 2  | 1    |     |             | 3     | 3         | 9               |
| 14h15-14h30                                      |       |  | 1    |     |             | 1     | 1         | 10              |
| 14h30-14h45                                      |       |  |      |     |             | 0     | 0         | 7               |
| 14h45-15h00                                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4         | 8               |
| 15h00-15h15                                      |       |  |      |     |             | 0     | 0         | 5               |
| 15h15-15h30                                      | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         | 6               |
| 15h30-15h45                                      | 1     |  |      |     |             | 1     | 1         | 7               |
| 15h45-16h00                                      |       |  |      |     |             | 0     | 0         | 3               |
| 16h00-16h15                                      |       |  |      |     |             | 0     | 0         | 3               |
| 16h15-16h30                                      | 1     |  |      |     |             | 1     | 1         | 2               |
| 16h30-16h45                                      |       |  |      |     |             | 0     | 0         | 1               |
| 16h45-17h00                                      | 1     | 1  |      |     |             | 2     | 2         | 3               |
| 17h00-17h15                                      |       | 1  |      |     |             | 1     | 1         | 4               |
| 17h15-17h30                                      |       | 2  |      |     |             | 2     | 2         | 5               |
| 17h30-17h45                                      | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         | 7               |
| 17h45-18h00                                      | 2     |  |      |     |             | 2     | 2         | 7               |
| 18h00-18h15                                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4         | 10              |
| 18h15-18h30                                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4         | 12              |
| 18h30-18h45                                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4         | 14              |
| 18h45-19h00                                      | 2     | 2  |      |     |             | 4     | 4         | 16              |

| CONTEO DE TRAFICO AVDA. FERROVIARIA (HORAS PICO) |       |  |      |     |      |       |         |                 |
|--|-------|--|------|-----|------|-------|---------|-----------------|
| VIA:   |       | Av. Ferroviaria                                    |      |     |      |       |         |                 |
| SENTIDO DE CIRCULACION:                          |       | Interseccion con la Avda. Alejandro Castro Benitez |      |     |      |       |         |                 |
| FECHA:   |       | 01/10/2015   |      |     | DIA: |       | Viernes |                 |
| REALIZADO POR:                                   |       | Jose Luis Crespo Mera.                             |      |     |      |       |         |                 |
| HORA   | AUTOS | CAMIONES   |      |     |      |       | TOTAL   | TOTAL ACUMULADO |
|  |       | C-2P   | C-2G | C-3 | C-4  | TOTAL |         |                 |
| 7h00-7h15  | 2     |  | 1    |     |      | 3     | 3       |                 |
| 7h15-7h30  | 2     |  |      |     |      | 2     | 2       |                 |
| 7h30-7h45  | 2     |  |      |     |      | 2     | 2       |                 |
| 7h45-8h00  | 1     | 1  |      |     |      | 2     | 2       | 9               |
| 8h00-8h15  | 1     | 2  | 1    |     |      | 4     | 4       | 10              |
| 8h15-8h30  |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 8               |
| 8h30-8h45  |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 6               |
| 8h45-9h00  |       | 1  |      |     |      | 1     | 1       | 5               |
| 9h00-9h15  |       | 2  |      |     |      | 2     | 2       | 3               |
| 9h15-9h30  | 1     |  |      |     |      | 1     | 1       | 4               |
| 9h30-9h45  | 1     |  |      |     |      | 1     | 1       | 5               |
| 9h45-10h00                                       |       | 2  |      |     |      | 2     | 2       | 6               |
| 10h00-10h15                                      | 2     |  | 1    |     |      | 3     | 3       | 7               |
| 10h15-10h30                                      |       |  | 1    |     |      | 1     | 1       | 7               |
| 10h30-10h45                                      |       | 1  |      |     |      | 1     | 1       | 7               |
| 10h45-11h00                                      |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 5               |
| 11h00-11h15                                      | 2     |  | 1    |     |      | 3     | 3       | 5               |
| 11h15-11h30                                      | 2     |  |      |     |      | 2     | 2       | 6               |
| 11h30-11h45                                      | 1     | 1  |      |     |      | 2     | 2       | 7               |
| 11h45-12h00                                      | 1     | 2  |      |     |      | 3     | 3       | 10              |
| 12h00-12h15                                      | 1     |  |      |     |      | 1     | 1       | 8               |
| 12h15-12h30                                      | 2     |  |      |     |      | 2     | 2       | 8               |
| 12h30-12h45                                      | 1     |  |      |     |      | 1     | 1       | 7               |
| 12h45-13h00                                      | 2     |  |      |     |      | 2     | 2       | 6               |
| 13h00-13h15                                      |       |  | 1    |     |      | 1     | 1       | 6               |
| 13h15-13h30                                      |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 4               |
| 13h30-13h45                                      | 1     | 1  |      |     |      | 2     | 2       | 5               |
| 13h45-14h00                                      | 1     |  |      |     |      | 1     | 1       | 4               |
| 14h00-14h15                                      | 2     |  |      |     |      | 2     | 2       | 5               |
| 14h15-14h30                                      | 1     |  | 1    |     |      | 2     | 2       | 7               |
| 14h30-14h45                                      |       | 2  |      |     |      | 2     | 2       | 7               |
| 14h45-15h00                                      | 1     |  |      |     |      | 1     | 1       | 7               |
| 15h00-15h15                                      |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 5               |
| 15h15-15h30                                      |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 3               |
| 15h30-15h45                                      |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 1               |
| 15h45-16h00                                      |       |  | 1    |     |      | 1     | 1       | 1               |
| 16h00-16h15                                      |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 1               |
| 16h15-16h30                                      |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 1               |
| 16h30-16h45                                      |       |  |      |     |      | 0     | 0       | 1               |
| 16h45-17h00                                      | 2     | 1  |      |     |      | 3     | 3       | 3               |
| 17h00-17h15                                      | 1     |  | 1    |     |      | 2     | 2       | 5               |
| 17h15-17h30                                      | 1     |  | 1    |     |      | 2     | 2       | 7               |
| 17h30-17h45                                      | 1     |  |      |     |      | 1     | 1       | 8               |
| 17h45-18h00                                      | 2     | 1  |      |     |      | 3     | 3       | 8               |
| 18h00-18h15                                      | 2     |  | 1    |     |      | 3     | 3       | 9               |
| 18h15-18h30                                      | 2     |  | 1    |     |      | 3     | 3       | 10              |
| 18h30-18h45                                      |       | 2  |      |     |      | 2     | 2       | 11              |
| 18h45-19h00                                      | 2     | 2  |      |     |      | 4     | 4       | 12              |

## **ANEXOS 2**

### **CALCULO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE**

| METODO PCI   |          |   |  |                                 |  |                                   | ESQUEMA |                    |                |  |
|--|----------|---|--|---------------------------------|--|-----------------------------------|---------|--------------------|----------------|--|
| INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| HOJA DE REGISTRO   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| Nombre de la vía:  |          | Av. Ferroviaria                             |  | Sección:                        |  | I                                 |         | Unidad de muestra: |                |  |
| Ejecutor:  |          | Jose Luis Crespo Mera                       |  | Fecha:                          |  | 19/06/2015                        |         | Área: 230          |                |  |
| 1. Piel de cocodrilo   |          | 6. Depresión                                |  | 11. Parches /cortes de servicio |  | 16. Desplazamiento                |         |                    |                |  |
| 2. Exudación   |          | 7. Fisura de borde                          |  | 12. Agregado pulido             |  | 17. Fisuramiento de Resbalamiento |         |                    |                |  |
| 3. Fisuras en bloque   |          | 8. Fisura de reflexión de junta             |  | 13. Baches                      |  | 18. Hinchamiento                  |         |                    |                |  |
| 4. Desnivel Localizado   |          | 9. Desnivel carril-espaldon                 |  | 14. Cruces de ferrocarril       |  | 19. Desmoranamiento/intemperismo  |         |                    |                |  |
| 5. Corrugación   |          | 10. Fisuramiento longitudinal y transversal |  | 15. Surco en huella             |  |                                   |         |                    |                |  |
| FALLA  | CANTIDAD |   |  |                                 |  |                                   | TOTAL   | DENSIDAD           | VALOR DEDUCIDO |  |
| <b>TRAMO 1</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 1M   | 4.29     |   |  |                                 |  |                                   | 4.29    | 1.87               | 25.00          |  |
| 6A   | 3.56     |   |  |                                 |  |                                   | 3.56    | 1.55               | 19.00          |  |
| 13A  | 3.2      |   |  |                                 |  |                                   | 3.20    | 1.39               | 56.00          |  |
| <b>TRAMO 2</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 13A  | 4.34     |   |  |                                 |  |                                   | 4.34    | 1.89               | 62.00          |  |
| 13A  | 2.21     |   |  |                                 |  |                                   | 2.21    | 0.96               | 52.00          |  |
| <b>TRAMO 3</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 1A   | 11.69    |   |  |                                 |  |                                   | 11.69   | 5.08               | 54.00          |  |
| 13M  | 0.54     |   |  |                                 |  |                                   | 0.54    | 0.23               | 11.00          |  |
| <b>TRAMO 4</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 13A  | 1.38     |   |  |                                 |  |                                   | 1.38    | 0.60               | 43.00          |  |
| 1A   | 8.75     |   |  |                                 |  |                                   | 8.75    | 3.81               | 50.00          |  |
| <b>TRAMO 5</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 7A   | 9.00     |   |  |                                 |  |                                   | 9.00    | 3.91               | 14.00          |  |
| 13A  | 1.92     |   |  |                                 |  |                                   | 1.92    | 0.83               | 49.00          |  |
| <b>TRAMO 6</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 13A  | 1.50     |   |  |                                 |  |                                   | 1.50    | 0.65               | 45.00          |  |
| 13A  | 2.30     |   |  |                                 |  |                                   | 2.30    | 1.00               | 52.00          |  |
| <b>TRAMO 7</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 1A   | 5.50     |   |  |                                 |  |                                   | 5.50    | 2.39               | 42.00          |  |
| 15A  | 2.59     |   |  |                                 |  |                                   | 2.59    | 1.12               | 29.00          |  |
| <b>TRAMO 8</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 1A   | 52.65    |   |  |                                 |  |                                   | 52.65   | 22.90              | 72.00          |  |
| 13M  | 3.41     |   |  |                                 |  |                                   | 3.41    | 1.48               | 11.00          |  |
| <b>TRAMO 9</b>   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 19A  | 7.50     |   |  |                                 |  |                                   | 7.50    | 3.26               | 26.00          |  |
| 1A   | 3.80     |   |  |                                 |  |                                   | 3.80    | 1.65               | 38.00          |  |
| <b>TRAMO 10</b>  |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 11A  | 12.50    |   |  |                                 |  |                                   | 12.50   | 5.44               | 39.00          |  |
| 11A  | 15.00    |   |  |                                 |  |                                   | 15.00   | 6.52               | 42.00          |  |
| <b>TRAMO 11</b>  |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |  |
| 15A  | 3.00     |   |  |                                 |  |                                   | 3.00    | 1.30               | 30.00          |  |
| 1A   | 5.00     |   |  |                                 |  |                                   | 5.00    | 2.17               | 42.00          |  |

| METODO PCI   |          |   |  |                                 |  |                                   | ESQUEMA |                    |                |     |  |
|--|----------|---|--|---------------------------------|--|-----------------------------------|---------|--------------------|----------------|-----|--|
| INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |     |  |
| HOJA DE REGISTRO   |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |     |  |
| Nombre de la vía:  |          | Av. Ferroviaria                             |  | Sección:                        |  | 1                                 |         | Unidad de muestra: |                |     |  |
| Ejecutor:  |          | Jose Luis Crespo Mera                       |  | Fecha:                          |  | 19/06/2015                        |         | Área:              |                | 230 |  |
| 1. Piel de cocodrilo   |          | 6. Depresión                                |  | 11. Parches /cortes de servicio |  | 16. Desplazamiento                |         |                    |                |     |  |
| 2. Exudación   |          | 7. Fisura de borde                          |  | 12. Agregado pulido             |  | 17. Fisuramiento de Resbalamiento |         |                    |                |     |  |
| 3. Fisuras en bloque   |          | 8. Fisura de reflexión de junta             |  | 13. Baches                      |  | 18. Hinchamiento                  |         |                    |                |     |  |
| 4. Desnivel Localizado   |          | 9. Desnivel carril-espaldon                 |  | 14. Cruces de ferrocarril       |  | 19. Desmoranamiento/intemperismo  |         |                    |                |     |  |
| 5. Corrugación   |          | 10. Fisuramiento longitudinal y transversal |  | 15. Surco en huella             |  |                                   |         |                    |                |     |  |
| FALLA  | CANTIDAD |   |  |                                 |  |                                   | TOTAL   | DENSIDAD           | VALOR DEDUCIDO |     |  |
| <b>TRAMO 12</b>  |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |     |  |
| 13A  | 0.95     |   |  |                                 |  |                                   | 0.95    | 0.41               | 38.00          |     |  |
| 13A  | 1.10     |   |  |                                 |  |                                   | 1.10    | 0.48               | 39.00          |     |  |
| <b>TRAMO 13</b>  |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |     |  |
| 11A  | 6.50     |   |  |                                 |  |                                   | 6.50    | 2.83               | 39.00          |     |  |
| 11A  | 18.90    |   |  |                                 |  |                                   | 18.90   | 8.22               | 47.00          |     |  |
| <b>TRAMO 14</b>  |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |     |  |
| 11A  | 7.5      |   |  |                                 |  |                                   | 7.50    | 3.26               | 30.00          |     |  |
| 1A   | 11.4     |   |  |                                 |  |                                   | 11.40   | 4.96               | 53.00          |     |  |
| <b>TRAMO 15</b>  |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |     |  |
| 1A   | 5.10     |   |  |                                 |  |                                   | 5.10    | 2.22               | 41.00          |     |  |
| 13A  | 1.53     |   |  |                                 |  |                                   | 1.53    | 0.67               | 45.00          |     |  |
| <b>TRAMO 16</b>  |          |   |  |                                 |  |                                   |         |                    |                |     |  |
| 15A  | 7.80     |   |  |                                 |  |                                   | 7.80    | 3.39               | 43.00          |     |  |
| 13A  | 2.7      |   |  |                                 |  |                                   | 2.70    | 1.17               | 55.00          |     |  |



$$\begin{aligned} \text{Max CDV} &= 67 \\ \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ \text{PCI} &= 33 \\ &= \underline{\text{MALO}} \end{aligned}$$

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra M5.**

| # | Valor Deducido |       |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|---|----------------|-------|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1 | 14.00          | 49.00 |  |  |  |  | 63    | 2 | 46  |
| 2 | 10.00          | 2.00  |  |  |  |  | 12    | 1 | 10  |
| 3 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 4 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 5 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |

$$\begin{aligned} \text{Max CDV} &= 46 \\ \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ \text{PCI} &= 54 \\ &= \underline{\text{REGULAR}} \end{aligned}$$

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra M6.**

| # | Valor Deducido |       |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|---|----------------|-------|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1 | 45.00          | 52.00 |  |  |  |  | 97    | 2 | 69  |
| 2 | 45.00          | 2.00  |  |  |  |  | 47    | 1 | 45  |
| 3 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 4 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 5 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |

$$\begin{aligned} \text{Max CDV} &= 69 \\ \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ \text{PCI} &= 31 \\ &= \underline{\text{MALO}} \end{aligned}$$

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra M7.**

| # | Valor Deducido |       |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|---|----------------|-------|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1 | 42.00          | 29.00 |  |  |  |  | 71    | 2 | 52  |
| 2 | 42.00          | 2.00  |  |  |  |  | 44    | 1 | 42  |
| 3 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 4 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 5 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |

$$\begin{aligned} \text{Max CDV} &= 52 \\ \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ \text{PCI} &= 48 \\ &= \underline{\text{REGULAR}} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Max CDV} &= 57 \\ \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ \text{PCI} &= 43 \\ &= \underline{\text{REGULAR}} \end{aligned}$$

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra M12.**

| # | Valor Deducido |       |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|---|----------------|-------|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1 | 38.00          | 39.00 |  |  |  |  | 77    | 2 | 58  |
| 2 | 38.00          | 2.00  |  |  |  |  | 40    | 1 | 40  |
| 3 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 4 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 5 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |

$$\begin{aligned} \text{Max CDV} &= 58 \\ \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ \text{PCI} &= 42 \\ &= \underline{\text{REGULAR}} \end{aligned}$$

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra M13.**

| # | Valor Deducido |       |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|---|----------------|-------|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1 | 39.00          | 47.00 |  |  |  |  | 86    | 2 | 62  |
| 2 | 39.00          | 2.00  |  |  |  |  | 41    | 1 | 41  |
| 3 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 4 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 5 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |

$$\begin{aligned} \text{Max CDV} &= 62 \\ \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ \text{PCI} &= 38 \\ &= \underline{\text{MALO}} \end{aligned}$$

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra M14.**

| # | Valor Deducido |       |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|---|----------------|-------|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1 | 30.00          | 53.00 |  |  |  |  | 83    | 2 | 60  |
| 2 | 30.00          | 2.00  |  |  |  |  | 32    | 1 | 32  |
| 3 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 4 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 5 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |

$$\begin{aligned} \text{Max CDV} &= 60 \\ \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\ \text{PCI} &= 40 \\ &= \underline{\text{REGULAR}} \end{aligned}$$

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra M15.**

| # | Valor Deducido |       |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|---|----------------|-------|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1 | 41.00          | 45.00 |  |  |  |  | 86    | 2 | 62  |
| 2 | 41.00          | 2.00  |  |  |  |  | 43    | 1 | 43  |
| 3 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 4 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 5 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |

**Max CDV = 62**

**PCI = 100 - CDV**

**PCI = 38**

**= MALO**

**Cálculo del PCI de la unidad de muestra M16.**

| # | Valor Deducido |       |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|---|----------------|-------|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1 | 43.00          | 55.00 |  |  |  |  | 98    | 2 | 69  |
| 2 | 43.00          | 2.00  |  |  |  |  | 45    | 1 | 45  |
| 3 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 4 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |
| 5 |                |       |  |  |  |  |       |   |     |

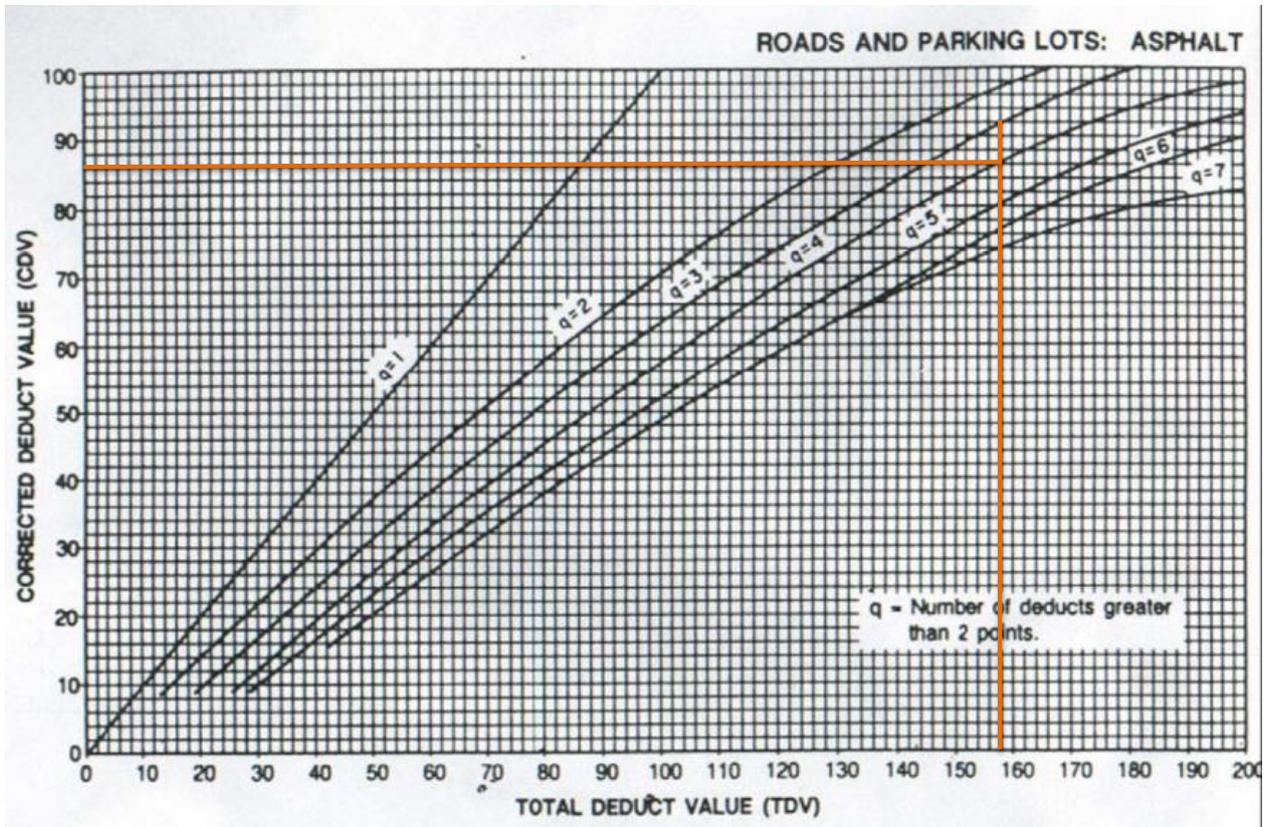
**Max CDV = 69**

**PCI = 100 - CDV**

**PCI = 31**

**= MALO**

| RESUMEN DE RESULTADOS |                 |               |         |      |                       |             |             |             |
|-----------------------|-----------------|---------------|---------|------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Unidad de muestra     | Abscisa Inicial | Abscisa Final | Sección | Área | PCI unidad de muestra | Descripción | PCI sección | Descripción |
| M1                    | 0 + 000         | 0+31.5        | 1       | 230  | 65                    | MALA        | 46          | MALO        |
| M2                    | 0 + 37.5        | 0 + 75.0      | 1       | 230  | 20                    | MUY MALA    |             |             |
| M3                    | 0 + 75.0        | 0 + 112.5     | 1       | 230  | 67                    | REGULAR     |             |             |
| M4                    | 0 + 112.5       | 0 + 131.33    | 1       | 230  | 33                    | MALO        | 40          | REGULAR     |
| M5                    | 0 + 131.33      | 0 + 150.0     | 2       | 230  | 54                    | REGULAR     |             |             |
| M6                    | 0 + 150.0       | 0 + 187.5     | 2       | 230  | 31                    | MALO        |             |             |
| M7                    | 0 + 187.5       | 0 + 225.0     | 2       | 230  | 48                    | REGULAR     | 45          | REGULAR     |
| M8                    | 0 + 225.0       | 0 + 262.5     | 2       | 230  | 26                    | MALO        |             |             |
| M9                    | 0 + 262.5       | 0 + 300.0     | 3       | 230  | 52                    | REGULAR     |             |             |
| M10                   | 0 + 300.0       | 0 + 337.5     | 3       | 230  | 41                    | REGULAR     | 37          | MALO        |
| M11                   | 0 + 337.5       | 0 + 375.0     | 3       | 230  | 43                    | REGULAR     |             |             |
| M12                   | 0 + 375.0       | 0 + 412.5     | 3       | 230  | 42                    | REGULAR     |             |             |
| M13                   | 0 + 412.5       | 0 + 450.0     | 4       | 230  | 38                    | MALO        | 37          | MALO        |
| M14                   | 0 + 450.0       | 0 + 487.5     | 4       | 230  | 40                    | REGULAR     |             |             |
| M15                   | 0 + 487.5       | 0 + 525.0     | 4       | 230  | 38                    | MALO        |             |             |
| M16                   | 0 + 525.0       | 0 + 562.5     | 4       | 230  | 31                    | MALO        |             |             |
| <b>TOTAL</b>          |                 |               |         |      |                       |             | <b>167</b>  |             |

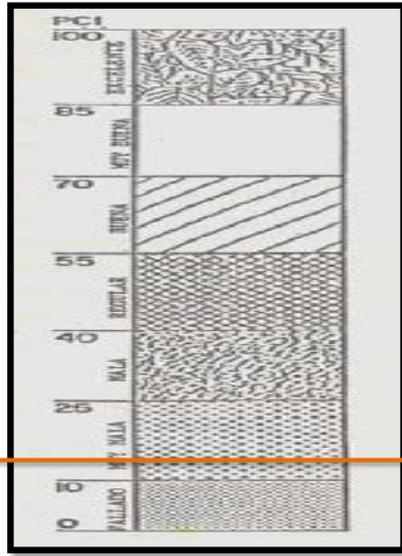


Max CDV = 86

Max PCI = 100 - CDV

Max PCI = 14

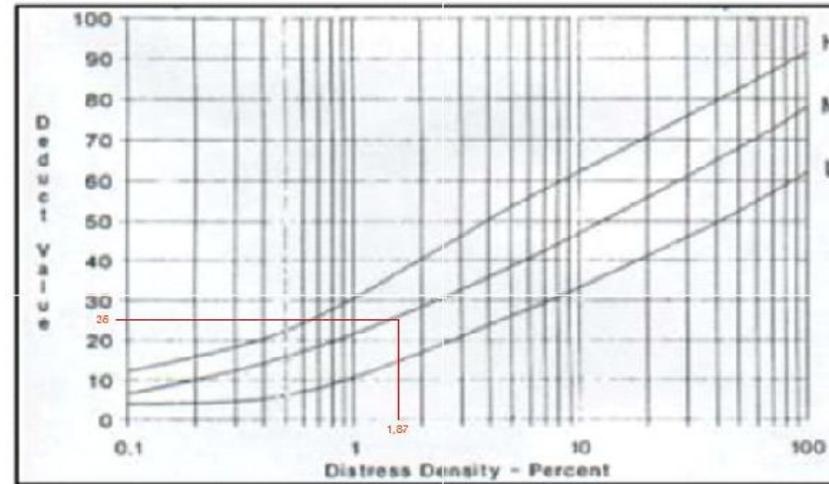
Max PCI = MUY MALA



## CALCULO DE LAS FALLAS

**TRAMO 1:** Las fallas encontradas fueron: Piel de cocodrilo (Severidad Media), Depresión (Severidad Alta) y Bache (Severidad Alta)

### 1.- PIEL DE COCODRILO (M)

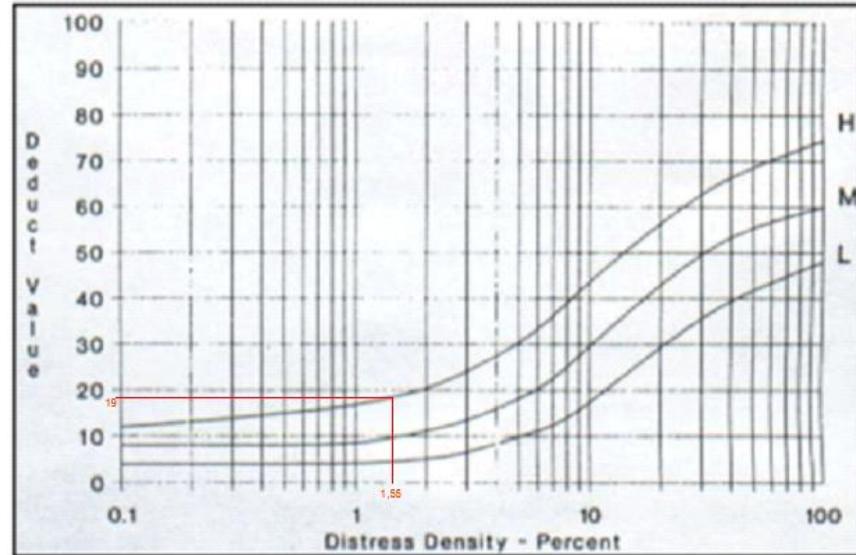
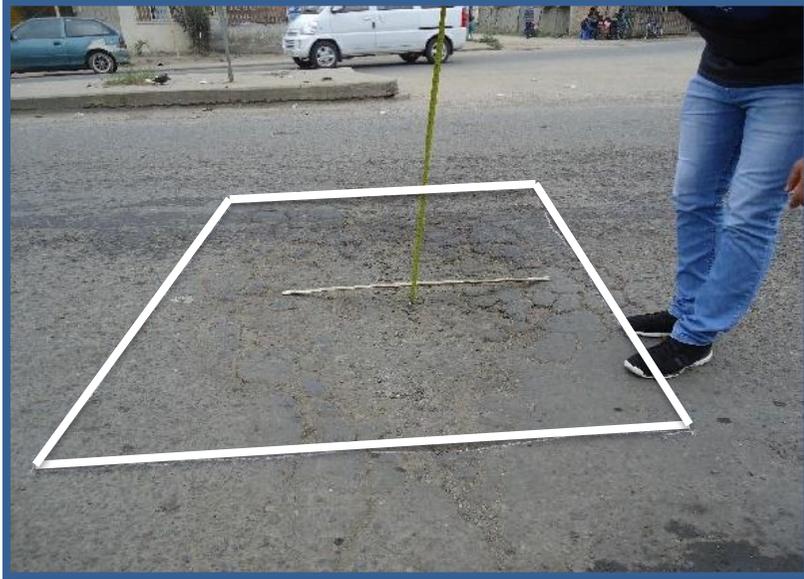


$$Densidad = \frac{\text{Longitud de la muestra}}{\text{Area del tramo de via}} \times 100$$

DENSIDAD = 1,87

VALOR DE DEDUCCION = 25

## 2.- DEPRESIÓN (A)

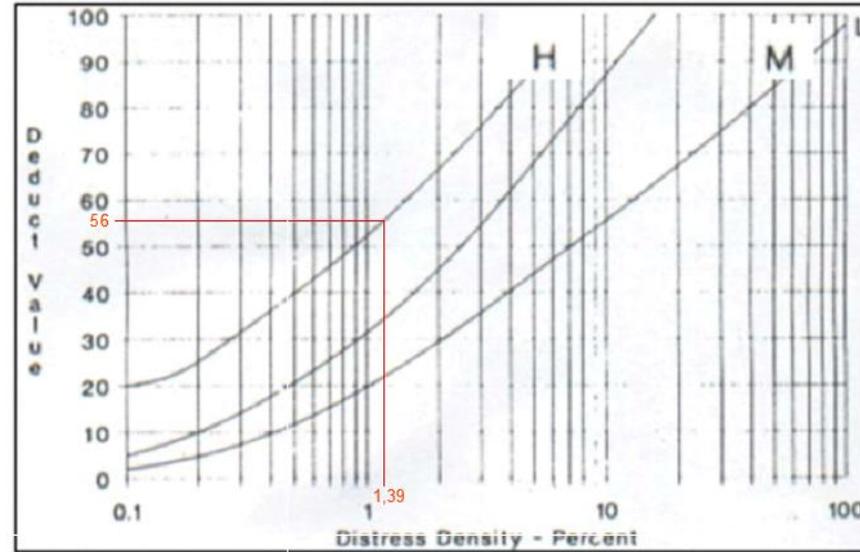


$$Densidad = \frac{\text{Longitud de la muestra}}{\text{Area del tramo de via}} \times 100$$

DENSIDAD = 1,55

VALOR DE DEDUCCION = 19

### 3.- BACHE (A)



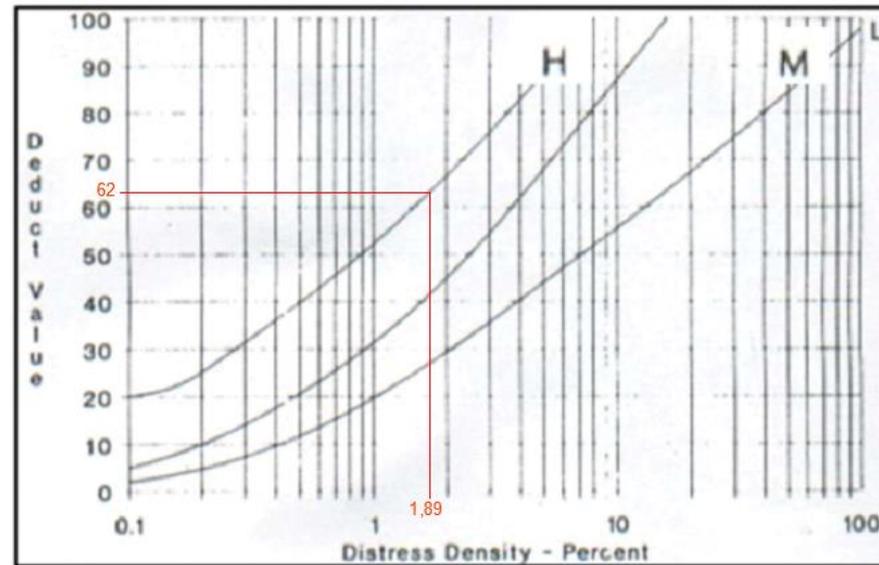
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 1,39

VALOR DE DEDUCCION = 56

**TRAMO 2:** Las fallas encontradas fueron: 2 Baches (Severidad Alta)

**1.- BACHE (A)**

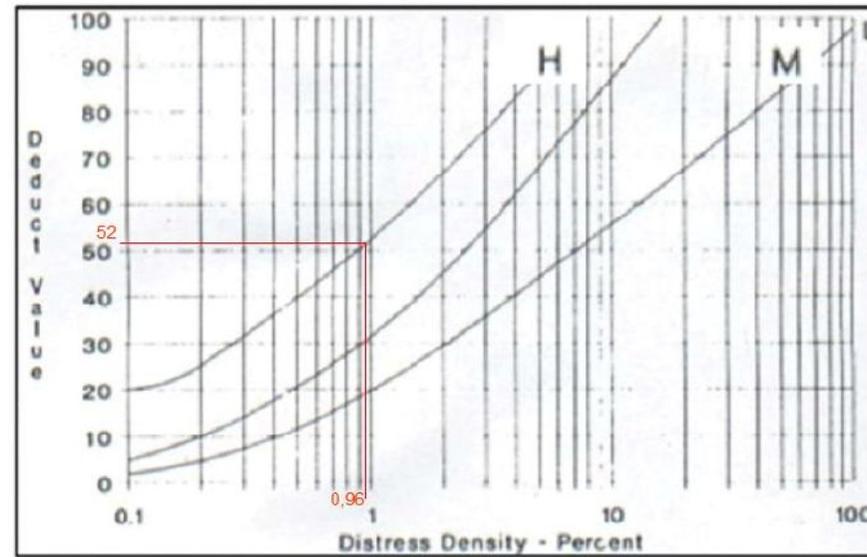
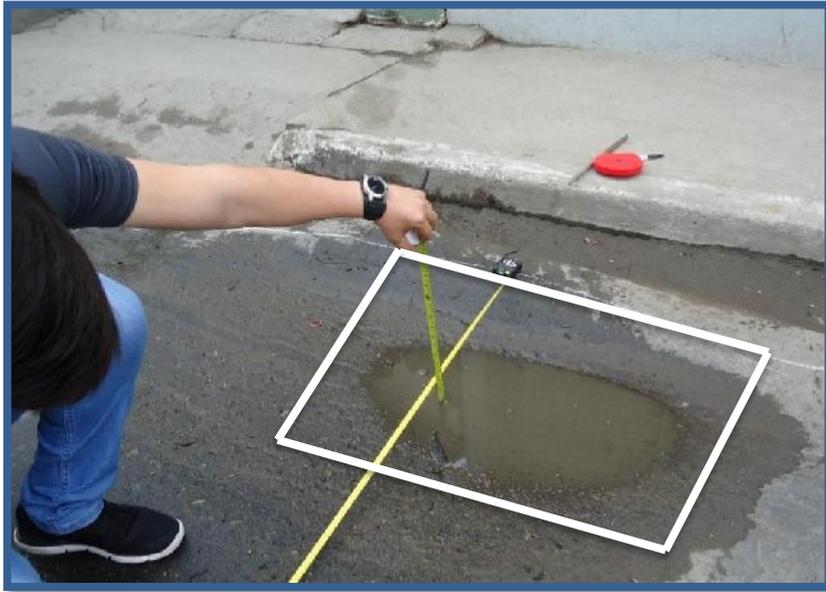


$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 1,89

VALOR DE DEDUCCION = 62

## 2.- BACHE (A)



$$\text{Densidad} = \frac{\text{Longitud de la muestra}}{\text{Area del tramo de via}} \times 100$$

DENSIDAD = 0,96

VALOR DE DEDUCCION = 52

**TRAMO 3:** Las fallas encontradas fueron: Piel de cocodrilo (Severidad Alta) y Bache (Severidad Media)

**1.- PIEL DE COCODRILO (A)**

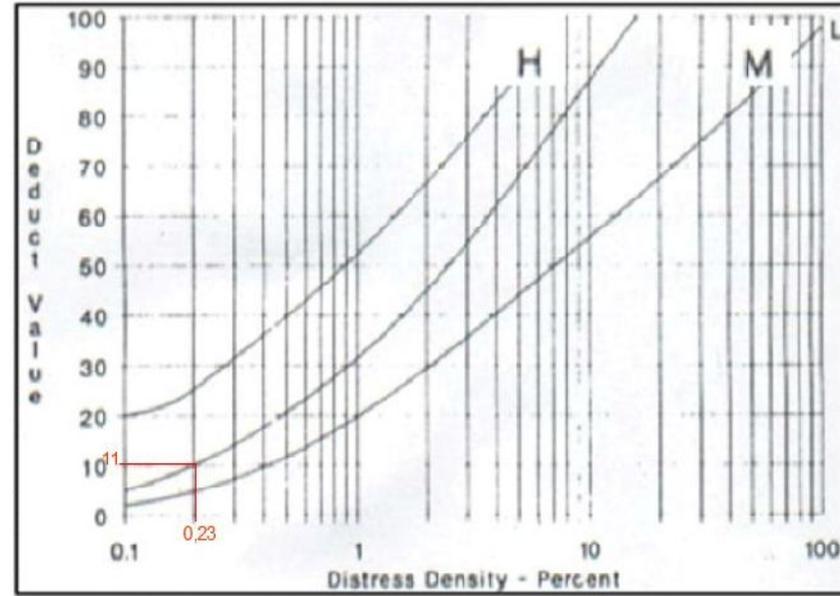


$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 5,08

VALOR DE DEDUCCION = 54

## 2.- BACHE (M)



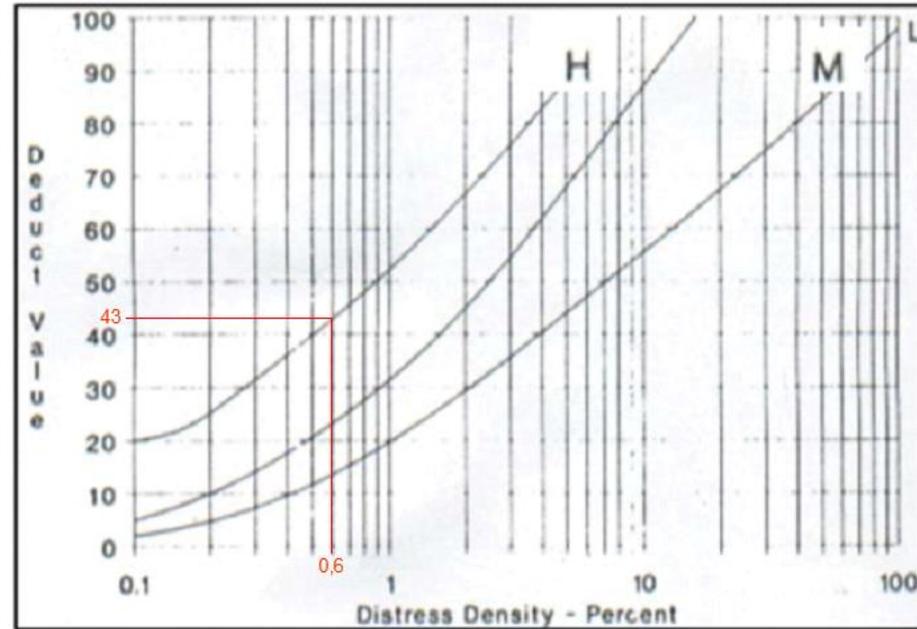
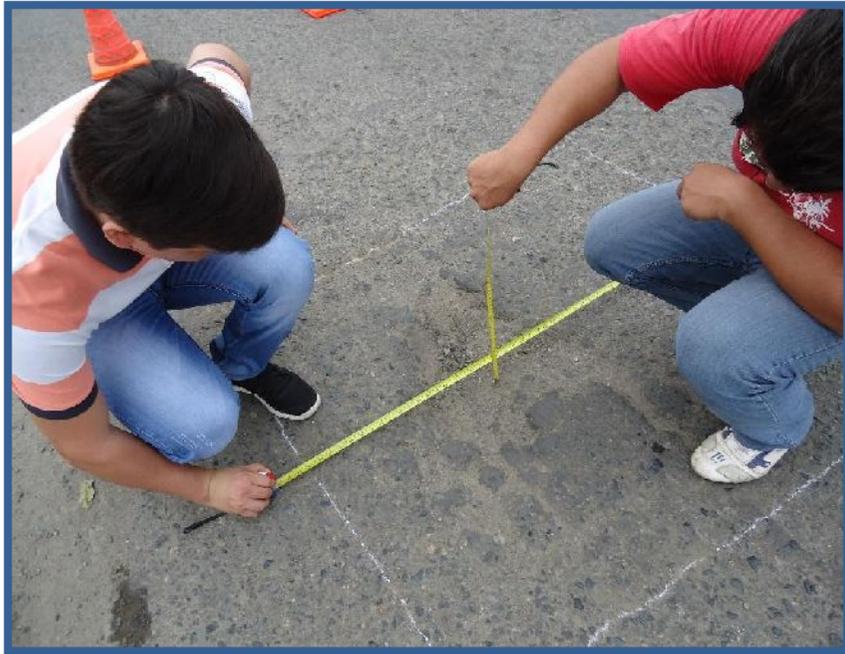
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 0,23

VALOR DE DEDUCCION = 11

**TRAMO 4:** Las fallas encontradas fueron: Bache (Severidad Alta)

**1.- BACHE (A)**



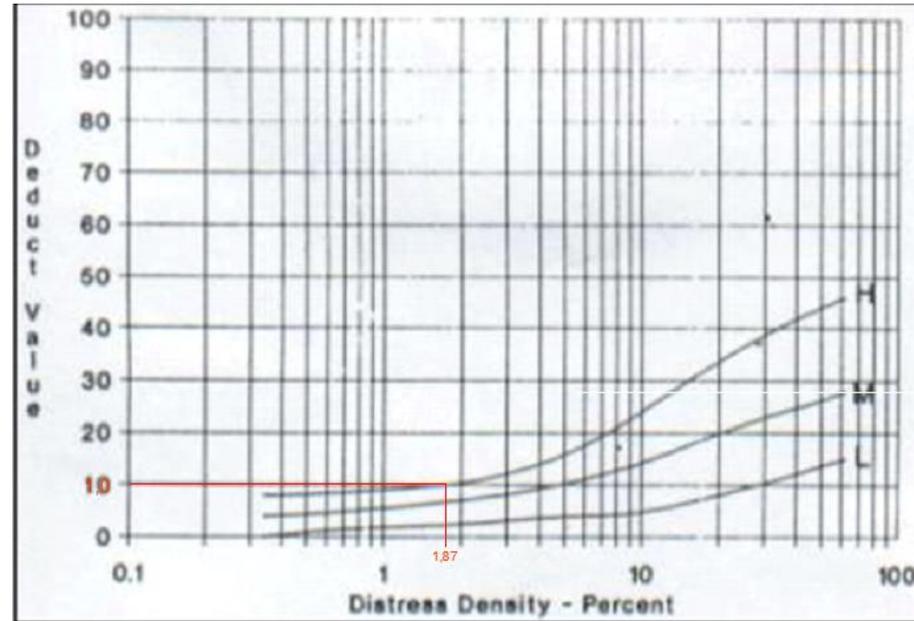
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 0,6

VALOR DE DEDUCCION = 43

**TRAMO 5:** Las fallas encontradas fueron: Fisura en borde (Severidad Alta)

**1.- FISURA EN BORDE (A)**



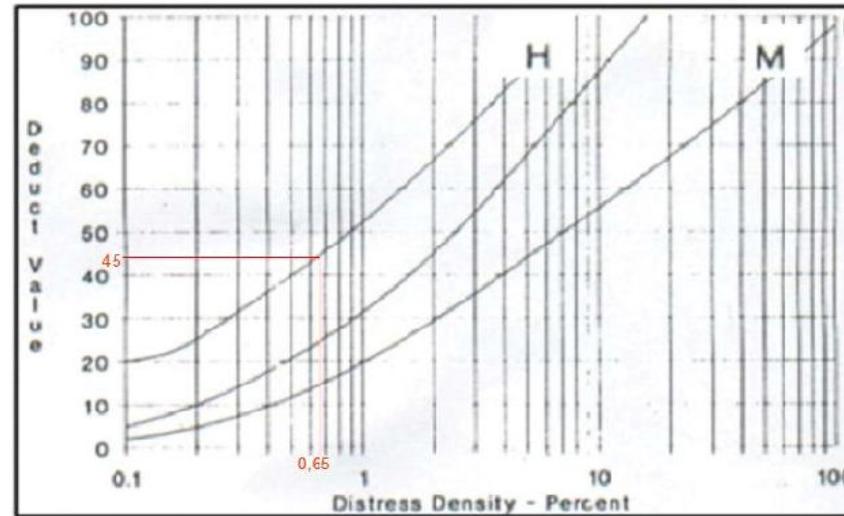
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 1,87

VALOR DE DEDUCCION = 10

**TRAMO 6:** Las fallas encontradas fueron: Bache (Severidad Alta)

**1.- BACHE (A)**



$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 0,65

VALOR DE DEDUCCION = 45

**TRAMO 7:** Las fallas encontradas fueron: Piel de Cocodrilo (Severidad Alta)

**1.- PIEL DE COCODRILO (A)**



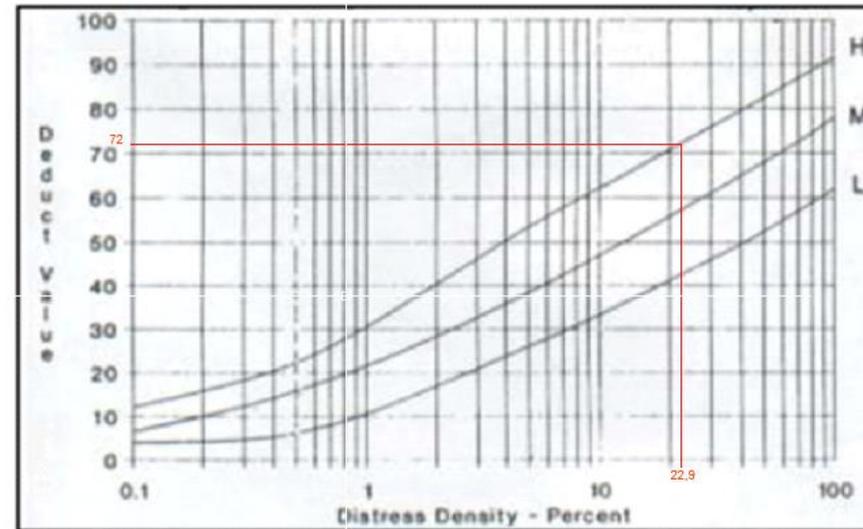
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 2,39

VALOR DE DEDUCCION = 42

**TRAMO 8:** Las fallas encontradas fueron: Piel de Cocodrilo (Severidad Alta)

**1.- PIEL DE COCODRILO (A)**



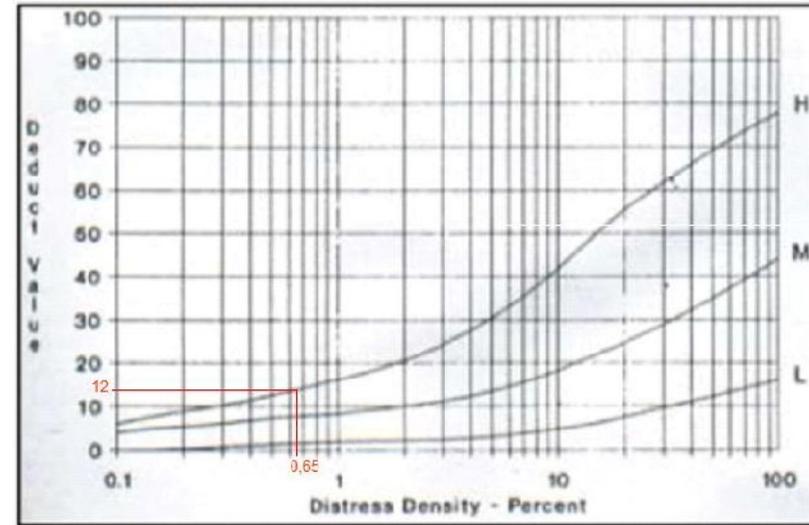
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 22,9

VALOR DE DEDUCCION = 72

**TRAMO 9:** Las fallas encontradas fueron: Desmoronamiento / Intemperismo (Severidad Alta) y Piel de Cocodrilo (Severidad Alta)

**1.- DESMORONAMIENTO / INTEMPERISMO (A)**

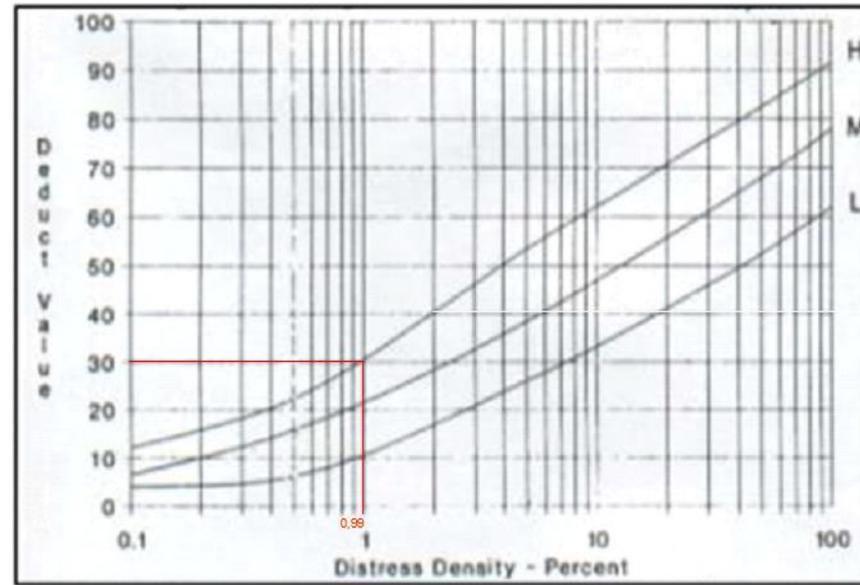


$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 0,65

VALOR DE DEDUCCION = 12

## 2.- PIEL DE COCODRILO (A)



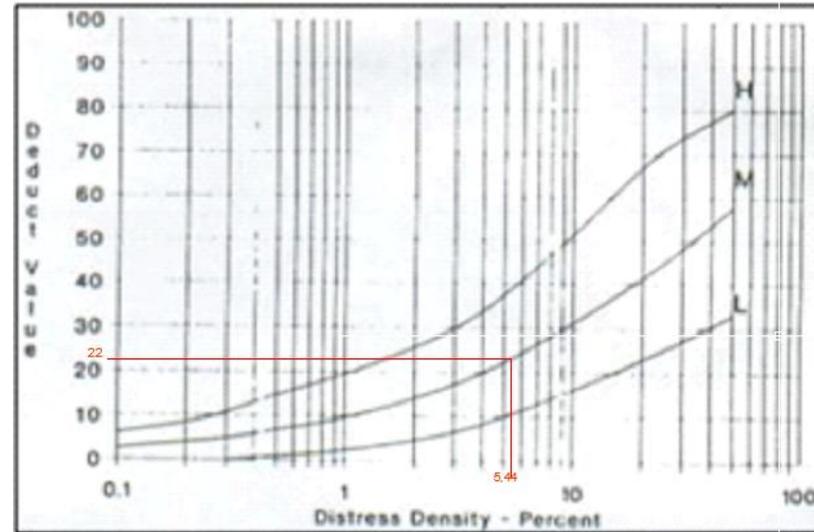
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 0,99

VALOR DE DEDUCCION = 30

**TRAMO 10:** Las fallas encontradas fueron: Parche (Severidad Baja)

**1.- PARCHE / CORTE DE SERVICIO (B)**



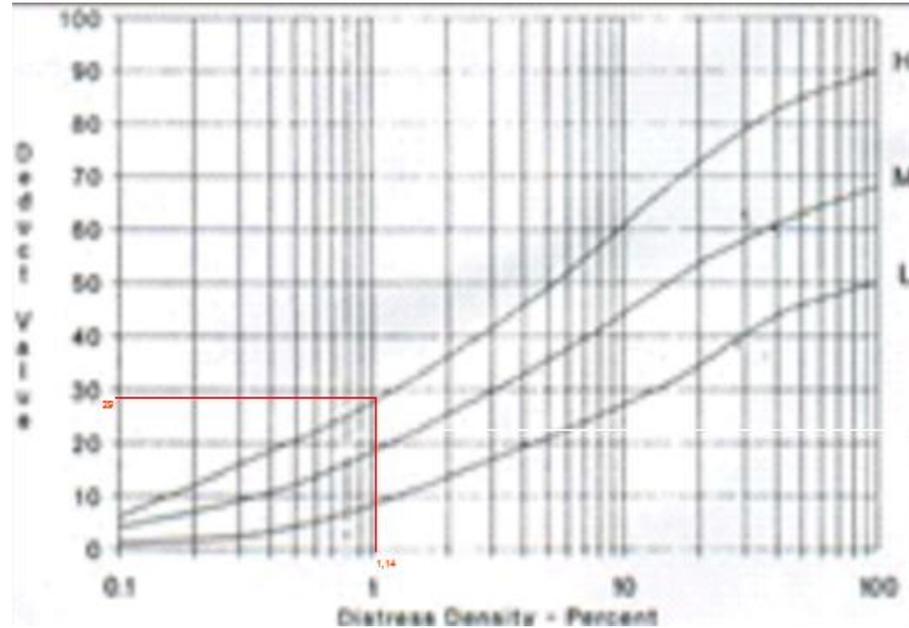
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 5,44

VALOR DE DEDUCCION = 22

**TRAMO 11:** Las fallas encontradas fueron: Surco en Huella (Severidad Alta)

**1.- SURCO EN HUELLA (A)**



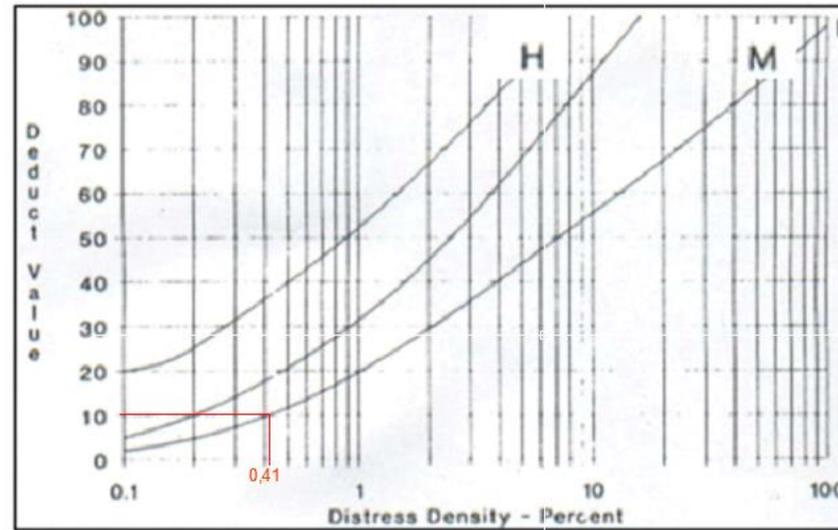
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 1,14

VALOR DE DEDUCCION = 29

**TRAMO 12:** Las fallas encontradas fueron: 2 Baches (Severidad baja y Alta)

**1.- BACHE (B)**

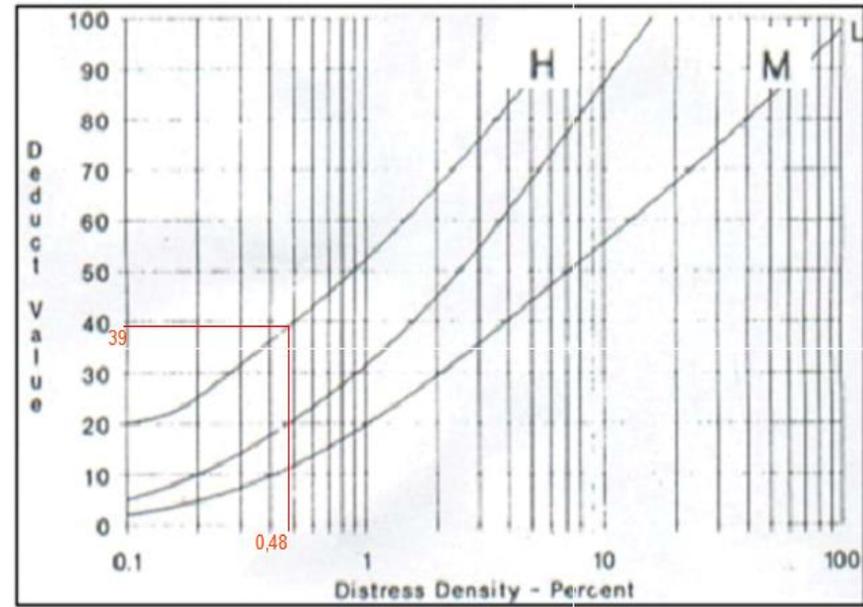


$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 0,41

VALOR DE DEDUCCION = 10

## 2.- BACHE (A)



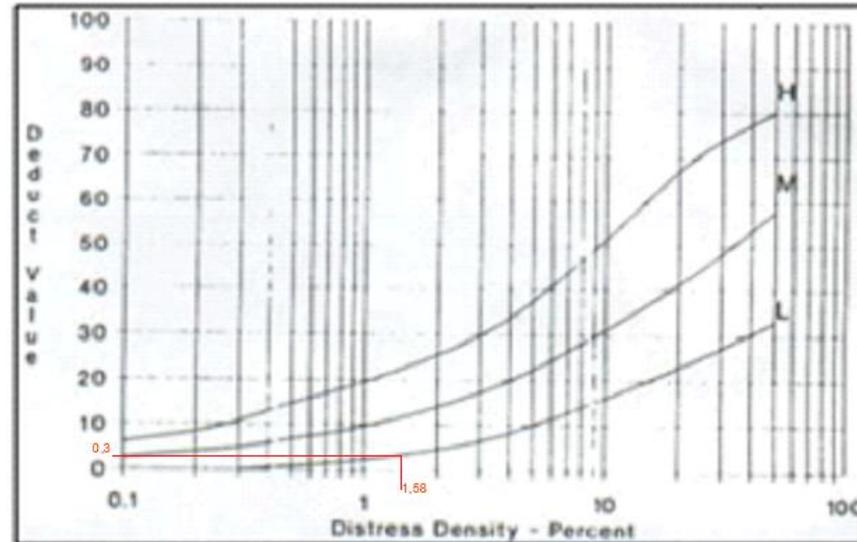
$$Densidad = \frac{\text{Longitud de la muestra}}{\text{Area del tramo de via}} \times 100$$

DENSIDAD = 0,48

VALOR DE DEDUCCION = 39

**TRAMO 13:** Las fallas encontradas fueron: Parche / Corte de Servicio (Severidad Baja)

**1.- PARCHE / CORTE DE SERVICIO (B)**



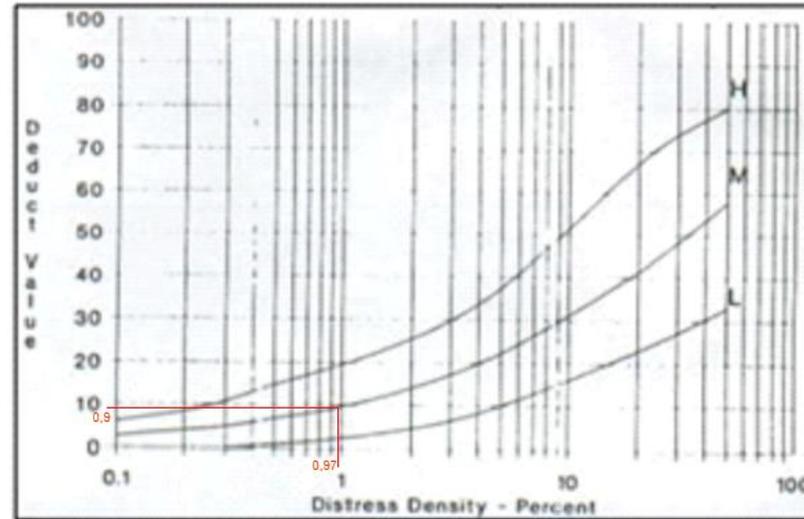
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 1,58

VALOR DE DEDUCCION = 0,3

**TRAMO 14:** Las fallas encontradas fueron: Parche / Corte de Servicio (Severidad Media)

**1.- PARCHES / CORTE DE SERVICIO (M)**



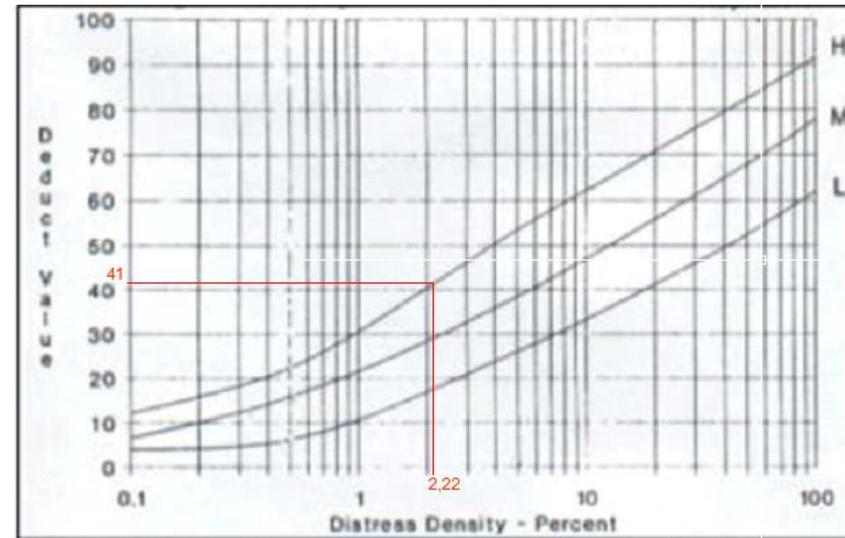
$$\text{Densidad} = \frac{\text{Longitud de la muestra}}{\text{Area del tramo de via}} \times 100$$

DENSIDAD = 0,97

VALOR DE DEDUCCION = 0,9

**TRAMO 15:** Las fallas encontradas fueron: Piel de Cocodrilo (Severidad Alta)

**1.- PIEL DE COCODRILO (A)**



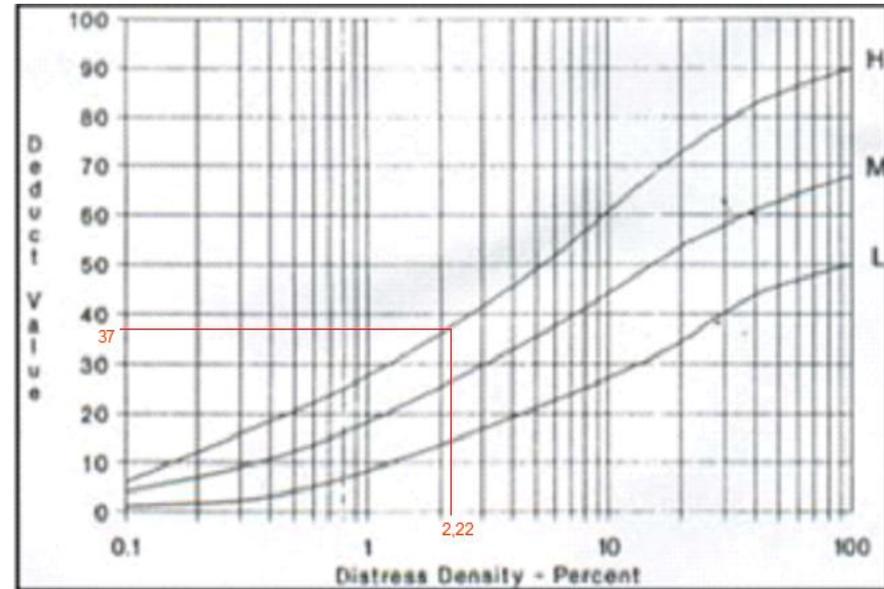
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 2,22

VALOR DE DEDUCCION = 41

**TRAMO 16:** Las fallas encontradas fueron: Surco en Huella (Severidad Alta)

**1.- SURCO EN HUELLA (A)**



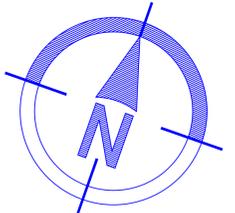
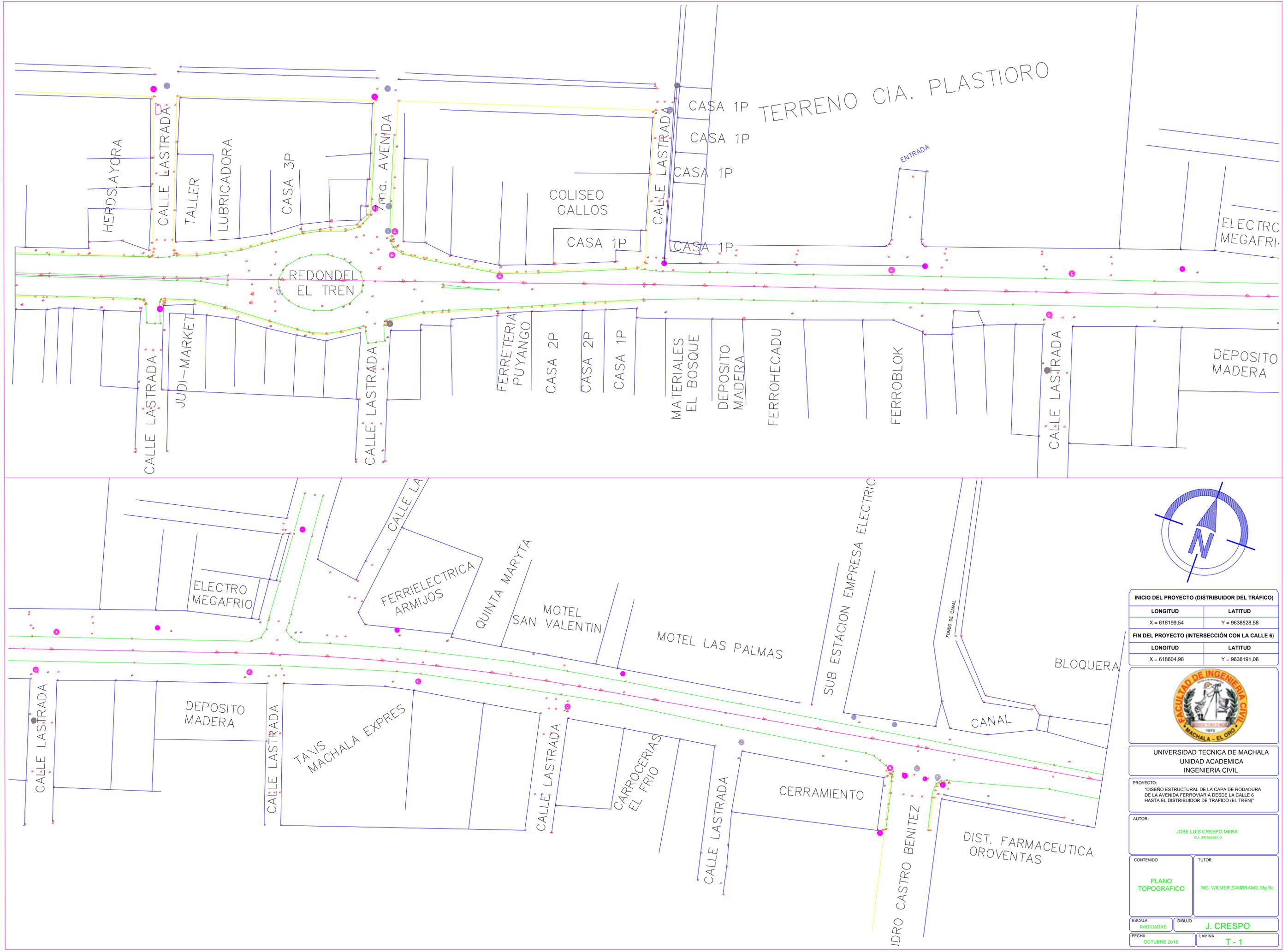
$$Densidad = \frac{Longitud\ de\ la\ muestra}{Area\ del\ tramo\ de\ via} \times 100$$

DENSIDAD = 2,22

VALOR DE DEDUCCION = 3

**ANEXOS 3**

**PLANOS**



| INICIO DEL PROYECTO (DISTRIBUIDOR DEL TRÁFICO) |                |
|--|----------------|
| LONGITUD                                       | LATITUD        |
| X = 618199,54                                  | Y = 9638528,58 |
| FIN DEL PROYECTO (INTERSECCIÓN CON LA CALLE 6) |                |
| LONGITUD                                       | LATITUD        |
| X = 618604,98                                  | Y = 9638191,06 |



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA  
UNIDAD ACADEMICA  
INGENIERIA CIVIL

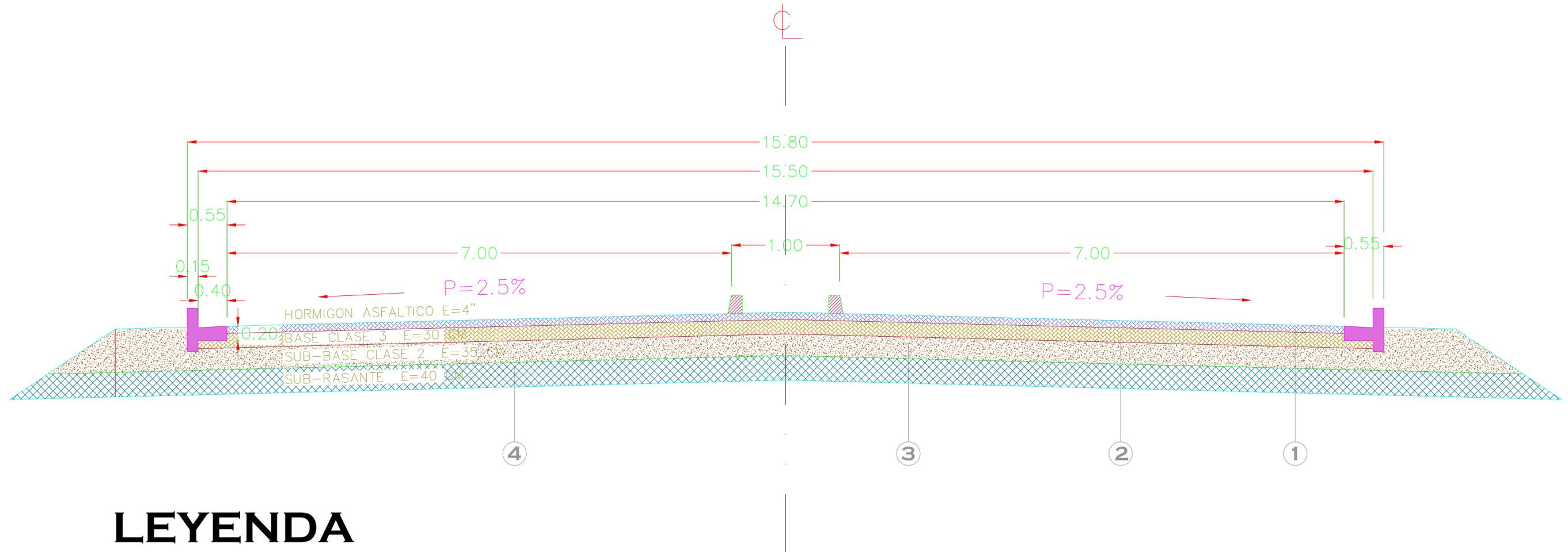
PROYECTO:  
"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA  
DE LA AVENIDA FERROVIARIA DESDE LA CALLE 6  
HASTA EL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO (EL TREN)"

AUTOR:  
JOSE LUIS CRESPO MERA  
C.I. 091628024-0

|                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| CONTENIDO<br>PLANO<br>TOPOGRAFICO | TUTOR<br>ING. WILMER ZAMBRANO, Mg Sc. |
|-----------------------------------|---------------------------------------|

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| ESCALA<br>INDICADAS   | DIBUJO<br>J. CRESPO |
| FECHA<br>OCTUBRE 2015 | LAMINA<br>T - 1     |

# SECCION TRANSVERSAL DE LA AVENIDA FERROVIARIA



## LEYENDA

1. - HORMIGON ASFALTICO E= 4"
2. - BASE CLASE 3 E=20 CM
3. - SUB-BASE CLASE 2 E=30 CM
4. - MEJORAMIENTO MAT. SELEC. E=40 CM



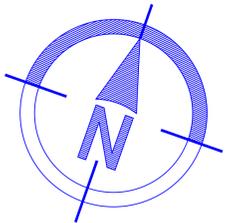
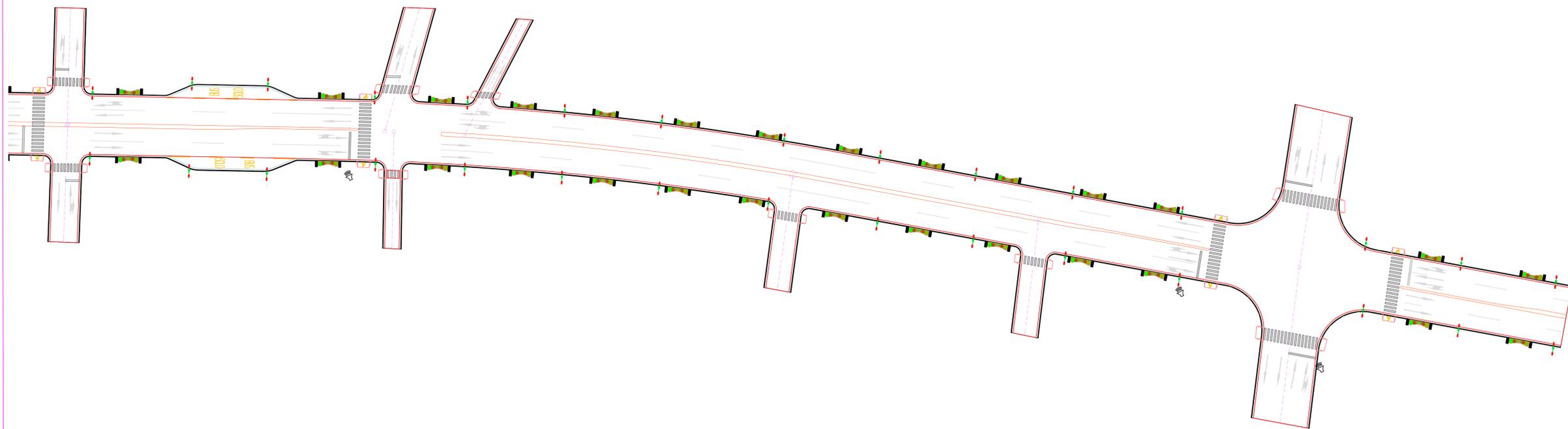
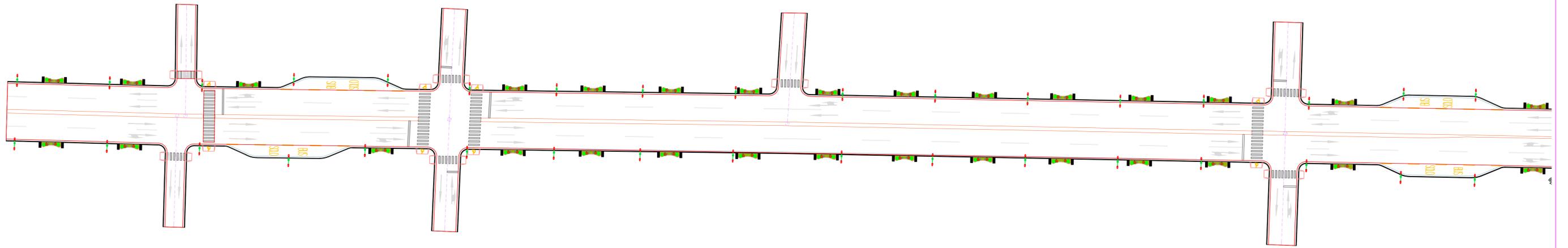
UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA  
UNIDAD ACADEMICA  
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:  
"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA  
DE LA AVENIDA FERROVIARIA DESDE LA CALLE 6  
HASTA EL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO (EL TREN)"

AUTOR:  
JOSE LUIS CRESPO MERA  
C.I. 091629024-0

| CONTENIDO      | TUTOR                        |
|----------------|------------------------------|
| SECCIÓN TÍPICA | ING. WILMER ZAMBRANO, Mg Sc. |

| ESCALA       | DIBUJO    |
|--------------|-----------|
| INDICADAS    | J. CRESPO |
| FECHA        | LAMINA    |
| OCTUBRE 2015 | ST - 1    |



| INICIO DEL PROYECTO (DISTRIBUIDOR DEL TRÁFICO) |                |
|--|----------------|
| LONGITUD                                       | LATITUD        |
| X = 618199,54                                  | Y = 9638528,58 |
| FIN DEL PROYECTO (INTERSECCIÓN CON LA CALLE 6) |                |
| LONGITUD                                       | LATITUD        |
| X = 618604,98                                  | Y = 9638191,06 |



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA  
UNIDAD ACADÉMICA  
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:  
"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA DE LA AVENIDA FERROVIARIA DESDE LA CALLE 6 HASTA EL DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO (EL TREN)"

AUTOR:  
JOSE LUIS CRESPO MERA  
C.I. 091629024-0

|                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| CONTENIDO<br>PLANO<br>ARQUITECTÓNICO | TUTOR<br>ING. WILMER ZAMBRANO, Mg Sc. |
|--------------------------------------|---------------------------------------|

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| ESCALA<br>INDICADAS   | DIBUJO<br>J. CRESPO |
| FECHA<br>OCTUBRE 2015 | LAMINA<br>A - 1     |

## Urkund Analysis Result

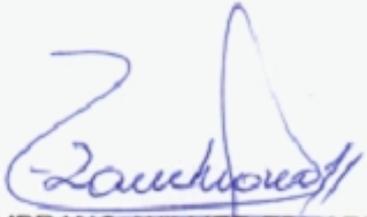
**Analysed Document:** UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA - copia.pdf (D16412825)  
**Submitted:** 2015-11-26 21:33:00  
**Submitted By:** pepeluis10@live.com  
**Significance:** 9 %

### Sources included in the report:

CAPITULO VI.tesis. paulinatiban.pdf (D13614721)  
Tesis Cap VI - Maritza Licuy.pdf (D13686392)  
proyecto jose segarra.docx (D16364899)  
cap6\_nattysalazar.pdf (D12964618)  
<https://prezi.com/tu5m3pt7oepl/universidad-tecnica-del-norte/>

### Instances where selected sources appear:

15



ZAMBRANO WILMER EDUARDO  
TUTOR