



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA AVENIDA FERROVIARIA DESDE EL
REDONDEL DEL TREN HASTA LA CALLE 6**

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

AUTOR:

SEGARRA ROMERO JOSE MIGUEL

TUTOR:

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

MACHALA - EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR


Yo, SEGARRA ROMERO JOSE MIGUEL, con C.I. 0705052025, 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 DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA AVENIDA FERROVIARIA DESDE EL REDONDEL DEL TREN HASTA LA CALLE 6

- 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.

- Cedó 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



SEGARRA ROMERO JOSE MIGUEL
C.I. 0705052025

DEDICATORIA

De manera especial dedico este trabajo a mis padres, quienes me han acompañado y apoyado a lo largo de este duro camino, quienes fueron mis primeros maestros y a quienes les debo la persona que soy hoy en día.

También dedico este trabajo a mi esposa Angélica, a mi bella hijita Jennifer, mis hermanos Juan, Karen y Roberth a mis bellos sobrinos Steven, Kelvin, Carlitos, y Educito, a Jessy y Karlita quienes me han brindado mucha felicidad, y han estado ahí en los buenos y malos momentos.

Agradecido también de mis profesores quienes compartieron sus conocimientos y experiencias. A mi tutor quien se tomó el tiempo para orientar y así poder realizar el presente proyecto, a mis compañeros con quienes compartimos gratos momentos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mis padres, que sin sus esfuerzos y sacrificios no podría haber logrado este objetivo.

Con mucho aprecio a mis hermanos quienes también me apoyaron y forman parte de este esfuerzo. En especial a ti querido Roberth que no nos acompañas pero siempre estás en nuestro corazón.

Agradezco a mi esposa y a mí querida hija Jennifer, quienes supieron comprender por todo el tiempo que no podía dedicarles y han estado a mi lado incondicionalmente.

Agradezco a mis compañeros, a los docentes y autoridades de la Facultad de Ingeniería Civil de la ciudad de Machala, por enseñar sus conocimientos e inspirarnos a mi persona y mis compañeros día tras día.

RESUMEN

El presente proyecto técnico de la carrera de Ingeniería Civil, tiene como propósito identificar las causas y las consecuencias, que provoca el congestionamiento vehicular en el tramo de la Avenida Ferroviaria, desde el redondel del tren hasta intersección de la calle Alejandro Castro Benítez (calle 6), con el fin de encontrar la alternativa de solución más óptima, un diseño de infraestructura vial que permita reducir el congestionamiento vehicular que se produce en el sector, y pueda garantizar la seguridad tanto de vehículos como de peatones.

El presente proyecto técnico se desarrolló en 3 capítulos. En el primer capítulo se realizó una investigación bibliográfica y con lo cual, se pudo obtener toda la información necesaria, desde el punto de vista macro, meso y micro, de la problemática que afecta al tramo de estudio, y así poder plantearse los objetivos necesarios para la solución del problema planteado.

En el segundo capítulo se explica los procedimientos y los métodos usados en los estudios técnicos, los cuales servirán como base para la evaluación del sector, el levantamiento topográfico, la determinación del número de vehículos, evaluación del pavimento por el método del PCI, evaluación de la señalización, la evaluación del diseño geométrico, servirán para establecer un mejor criterio técnico y así poder dar una solución del problema, que sea acorde a las necesidades de la población.

En el último capítulo, se presenta la alternativa de un diseño de infraestructura vial, en la cual se propone ampliar su sección transversal, lo que permitirá un mayor flujo de vehículos, además de elementos viales que permitan a los peatones transitar con la mayor seguridad vial posible, todo con el fin de alcanzar un mayor desarrollo a la ciudad.

ABSTRACT

This technical project of the school of Civil Engineering, has as purpose to identify the causes and consequences, which causes the traffic congestion in the stretch of railway avenue, from the heavy hoofs of the train to the junction of the Alejandro Castro Benitez street (street 6), in order to find the alternative solution more optimal, a design of road infrastructure that will enable us to reduce the traffic congestion that occurs in the sector, and to ensure the safety of both vehicles and pedestrians.

This technical project development in 3 chapters. In the first chapter was a bibliographic research and which, it is able to obtain all the necessary information, from the point of view macro, meso and micro, of the problems that affect the tier of study, and thus be able to arise the objectives necessary for the solution to the problem.

In the second chapter explains the procedures and methods used in the technical studies, which will serve as the basis for the assessment of the sector, the surveying, the determination of the number of vehicles, evaluation of the pavement by the method of the PCI, evaluation of the signals, the evaluation of the geometric design, will serve to establish a better technical criterion and thus be able to give a solution to the problem, which is attuned to the needs of the population.

In the last chapter describes the alternative of a road infrastructure design, in which it intends to broaden its cross-section, which will allow for a greater flow of vehicles, in addition to elements vials to allow pedestrians to walk with the greater road safety as possible, all in order to achieve greater development of the city.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
CAPITULO I.....	2
1 DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA OBJETO DE INTERVENCION	2
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO II.....	6
2 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN ADOPTADA .	6
2.1 ESTUDIOS DE INGENIERÍA PARA LA DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE SOLUCIÓN Y SUS ESCENARIOS.	7
2.1.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO.....	7
2.1.2 METODOLOGIA DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO	8
2.1.3 ESTUDIO DE TRÁFICO	9
2.1.4 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE TRÁFICO	13
2.1.5 ESTUDIO DE VELOCIDADES.....	16
2.1.6 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE VELOCIDADES	17
2.1.7 ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD.....	17
2.1.8 EVALUACION DE LA ACCIDENTABILIDAD EN LA AVENIDA FERROVIARIA	17
2.1.9 ESTUDIO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	18
2.1.10 EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PCI – Pavement Condition Index)	19
2.1.11 ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN.....	24

2.1.12 EVALUACION DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL	24
2.1.13 EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	26
2.1.14 DISEÑO GEOMETRICO.....	27
2.1.15 EVALUACION DEL DISEÑO GEOMETRICO	27
2.2 PREFACTIBILIDAD.....	28
2.3 FACTIBILIDAD	29
2.4 IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN VIABLE PARA SU DISEÑO	30
2.4.1 VIABILIDAD TÉCNICA.....	30
2.4.2 VIABILIDAD SOCIAL	30
2.4.3 VIABILIDAD LEGAL.....	30
2.4.4 VIABILIDAD INSTITUCIONAL	30
CAPITULO III.....	30
3 DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	30
3.1 CONCEPCIÓN DEL PROTOTIPO	31
3.2. MEMORIA TÉCNICA	31
3.2.1 JUSTIFICACIÓN.....	31
3.2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA.....	32
3.2.3 UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	45
3.2.4 IMPACTO Y BENEFICIARIOS.....	46
3.3 PLANOS DE DISEÑO DEFINITIVOS.....	47
3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	48
3.5 PRESUPUESTO	48
3.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	48
3.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
3.7 BIBLIOGRAFIA	49

INDICE DE GRAFICOS

- Grafico 1: Distribución por modo de Transporte de Curitiba..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 2: Distribución de las ventas por provincia del parque automotor Ecuador 2014 **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 3: Aplicación del último dígito de placa según días de la semana**¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 4: Vehículos matriculados **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 5: Infraestructura vial actual del tramo de estudio;**¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 6: Partes Estación Total **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 7: Datos obtenidos del Levantamiento Topográfico **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 8: Representación Gráfica Levantamiento Topográfico **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 9: Factor para el tránsito de la Hora Pico **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 10: Porcentaje Mensual de Accidentes 2014 **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 11: Tipos de Accidentes **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 12: Esquema de comportamiento del pavimento. **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 13: Sección Típica del pavimento Flexible. **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 14: Falla 1 Piel de cocodrilo **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 15: Valor de Deducción Falla 1 **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 16: Falla 2 Depresión **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 17: Valor de Deducción Falla 2 **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 18: Falla 3 Bache **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 19: Valor de Deducción Falla 3 **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 20: Corrección del Valor Deducido para pavimentos asfálticos **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 21: Escala de graduación del pavimento Tramo 1 **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 22: Corrección del Valor Deducido para pavimentos asfálticos **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 23: Escala de graduación del pavimento Total Fallas **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 24: Señalización en el tramo de estudio **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 25: Estado Actual del Tramo de Estudio. **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 26: Estado Actual del Tramo de Estudio. **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 27: Sección transversal actual del tramo en estudio. **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 28: Alternativas de Solución..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 29: Sección transversal de la alternativa propuesta..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Grafico 30: Elemento de una Curva Simple..... **¡Error! Marcador no definido.**

Grafico 31: Curva de Transición	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 32: Peralte de una Vía en sección transversal	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 33: Sobreancho en las curvas.....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 34: Elementos de una Curva Vertical.....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 35: Sección Transversal de una vía	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 36: Ubicación del tramo de estudio	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hora de la máxima demanda vehicular	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2: Calculo del Trafico Futuro.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3: Tasa de crecimiento de tráfico vehicular	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4: Calculo del Trafico Proyectado	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5: Velocidad promedio de los vehículos	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6: Registro de Accidentes de tránsito en la Avenida Ferroviaria 2014	18
Tabla 7: Rangos de Calificación del PCI	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8: Unidades de Muestreo Ponderado	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9: Identificación de fallas de pavimentos flexibles (MOP).....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10: Hoja de registro del pavimento flexible	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 11: Calculo de PCI en un pavimento flexible	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12: Resumen de resultados del PCI	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13: Calificación de la Visibilidad	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14: Calificación de la Posición	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15: Calificación de la Forma	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 16: Calificación de la Decoloración.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 17: Calificación del Desgaste	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 18: Calificación de la Suciedad.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 19: Evaluación Índices de Estado de la Señalización (IES)...	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 20: Índice de Estado de la Señalización Vertical, IES	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 21: Inventario Vial del Tramo de Estudio	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 22: Velocidad de Diseño.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 23: Radios Mínimos de curvas para valores límite de e y f....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 24: Gradiente Longitudinal (i) para desarrollo del peralte	¡Error! Marcador no definido.

Tabla 25: Valores de Diseño de las gradientes Longitudinales **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 26: Valores de Diseño de las gradientes Longitudinales Mínimas.....**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 27: Valores de K para Curvas Convexas..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 28: Valores de K para Curvas Cóncavas..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 29: Valores de diseño para ancho del pavimento en función de volúmenes de tráfico..... **¡Error! Marcador no definido.**

INTRODUCCION

El transporte es un elemento fundamental para el desarrollo económico y social de un país, su función principal es facilitar la movilización de personas, suministros, bienes y servicios, elevando así la calidad de vida de la personas, por lo tanto una infraestructura vial apropiada, se convierte en una parte esencial para el desarrollo de un sector.

Sin embargo a medida que el transcurre tiempo, la calidad de la infraestructura vial se ve limitada produciendo daños y afectando directamente a los usuarios, los cuales ven reflejado los daños en problemas graves como congestión vehicular y todos sus efectos consecuentes como contaminación, accidentabilidad entre muchas otras.

El presente proyecto técnico de **DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA AVENIDA FERROVIARIA, DESDE EL REDONDEL DEL TREN HASTA LA CALLE 6**, de la provincia de EL ORO, propone una alternativa de solución, el cual permitirá reducir la congestión vehicular que se produce en dicho sector, mediante criterios técnicos y normativas vigentes del MTOP, lo que aumentara la calidad de vida de sus habitantes, fomentando el desarrollo socioeconómico de la ciudad.

CAPITULO I

1 DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA OBJETO DE INTERVENCION

La congestión vehicular, es un problema que afecta diariamente a millones de personas en todo el planeta, especialmente en las denominadas horas pico, se produce cuando circulación vehicular normal es interrumpida, aumentando el tiempo de circulación de los demás vehículos, situación que causa retrasos, aumento del consumo de combustibles, accidentes de tránsito y problemas ambientales. ⁽¹⁾

Ian Thompsom y Alberto Bull expertos en el tema del transporte, afirman que la congestión vehicular es la condición en que el aumento de la demanda del transporte es mayor al uso de la capacidad operacional de la infraestructura vial existente, aumentando el tiempo de circulación de los vehículos. ⁽²⁾⁽³⁾

El tráfico vehicular no solo se presenta en las grandes ciudades, afecta también a pequeñas poblaciones, el rápido crecimiento de la población en las áreas urbanas y las actividades económicas, ocasionan un aumento de la demanda vehicular, altos índices de accidentes, bajas velocidades de circulación reduciendo la capacidad de la red vial y amenazando la calidad de vida de la población.

El creciente aumento del parque automotor proveniente de diversos factores como el incremento de los ingresos de la clase media y alta, fácil acceso a créditos, y mayor oferta de vehículos usados, ofrecen facilidad para la compra de un automóvil, aunque ofrece más confort y seguridad individual, trae como consecuencia un mayor uso del espacio destinado para el transporte agravando el problema. ⁽⁴⁾

El efecto de la congestión vehicular no solamente comprende al parque automotor, es una red de conexiones que perjudican directamente a la población dificultando el acceso a los servicios de suministros, afectando al medio ambiente, a las empresas y la forma en que las personas viven y trabajan. ⁽⁵⁾

Según La CEPAL las causas de la congestión vial son, los problemas de diseño de la infraestructura vial como paraderos de buses mal ubicados, cambios bruscos en los anchos de la calzada y la falta de mantenimiento de la red vial, la escasa señalización, agravan el problema, el deterioro del pavimento entorpece la circulación, dificultando la fluidez del tráfico. En las zonas urbanas el aumento de la demanda de transporte en las horas pico excede el uso de la capacidad operacional de la infraestructura vial, lo que implica un aumento del congestionamiento en los centros urbanos. ⁽⁶⁾

En una investigación realizada por Oscar Figueroa y Sonia Reyes en Latinoamérica, ciudades como Sao Paulo, Río de Janeiro, Buenos Aires, Santiago, Bogotá, Caracas y Ciudad de México están alcanzando altos niveles de ocupación, presentado problemas graves en las condiciones de tráfico vehicular, consideran que las velocidades de circulación son buenas con respecto a otras ciudades del mundo, lo grave es que los tiempos de viaje aumentan rápidamente y con el incremento del parque automotor, por lo tanto enfrentaran problemas que no parecen ser proporcionales a su infraestructura vial. ⁽⁷⁾

Para tratar de reducir el tráfico vehicular en algunas ciudades de Latinoamérica se implementaron medidas de restricción vehicular para controlar el problema, en la ciudad de México se implementó el programa (Hoy no circula) en el año 1988, situación que provoco, un incremento en el número de vehículos usados, aumentando el

consumo de combustibles agravando aún más los niveles de contaminación ambiental.⁽⁸⁾

En Bogotá se implementó el programa (Pico y Placa) en el año 2008 esta medida en vez de solucionar el problema, resulto ser ineficiente porque si una familia de clase media-alta con recursos suficientes, optaba por comprar otro vehículo aumentando la densidad vehicular agravado el problema y en familias de ingresos bajos perjudicando aún más su economía porque utilizaban su vehículo como medio de trabajo.⁽⁸⁾

Para evitar la congestión vehicular ciudades como Curitiba considerado como un referente mundial en planificación vial, en el año de 1965 ejecutó el Plan Director de Urbanismo. El objetivo principal era la conformación radial de crecimiento de la ciudad, a través de un modelo lineal de expansión urbana, el cual se caracteriza por la construcción de ejes viales, los cuales cumplen con funciones específicas. La buena planificación de la ciudad, una excelente infraestructura vial urbana que da prioridad al sistema de transporte masivo capaz de atender a la gran demanda de pasajeros, una red de áreas verdes, y en la zona central áreas exclusivas para peatones, hacen que esta ciudad se capaz de controlar el congestionamiento vehicular por mas demandante que sea su transporte.⁽⁹⁾

En ciudades como Londres se implementaron esquemas como el peaje que podían contribuir a reducir el congestionamiento vial. La manera más recomendable para reducir el problema de congestión vehicular en las ciudades, es la de proveer un sistema de infraestructura vial que dé prioridad al transporte público, que sea eficiente y seguro, esto unido a un sistema de tarifación vial en las rutas o áreas congestionadas. Garantizara una reducción y control sobre la congestión vehicular.⁽¹⁾⁽¹⁰⁾

En Ecuador, para el año 2014 el parque automotor creció en un 3.17%, provocado serios problemas de circulación, resultando que las vías se vuelvan cada vez más lentas y prevaleciendo el uso del automóvil, siendo las provincias más afectadas las que posee mayor población como Pichincha, Guayas, Azuay y Manabí.

El país ha experimentado un crecimiento demográfico de gran magnitud, el uso del suelo, la expansión urbana y la migración causan serios problemas de movilidad urbana, generada por las actividades económicas propias de cada región, ocasionando congestión vehicular y peatonal, por los viajes que la población realiza durante el día y muchos de ellos se concentran en las horas pico.⁽¹¹⁾

El aumento de población urbana provoco que las urbes se vuelvan cada vez más congestionadas y se tenga la necesidad de contar con nuevos planes de organización, movilidad y otros que permitan recuperar la fluidez de los centros urbanos. La falta planificación vehicular, las vías en mal estado, la falta de mantenimiento vial, la capacidad limitada de la infraestructura vial existente no es suficiente para soportar la demanda vehicular en las denominadas horas pico, han hecho que el problema se agrave generando congestión vehicular e inseguridad vial.

El 3 de septiembre del 2010, se aprobó en la Asamblea Nacional el Proyecto de Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), En el cual el control del transporte terrestre y la seguridad vial de las ciudades del Ecuador se encuentran a cargo de los gobiernos autónomos descentralizados a través de ordenanzas que permitan mejorar el tránsito, transporte y la seguridad vial. Pero para poder asumir con estas competencias cada ciudad debe contener como requisito principal un plan de movilidad.

Quito, Capital del Ecuador, debido a la gran concentración de automotores, implementó el programa pico y placa desde el 3 de mayo del 2010, restringiendo la circulación de autos livianos, de acuerdo con el último dígito de su placa.

Después de cinco años las autoridades de la capital buscan la posibilidad de cambiar la medida ante el creciente aumento del parque automotor, la restricción no ha sido un recurso eficiente frente a la congestión vehicular, situación que agrava aún más el problema en la capital ecuatoriana.⁽¹¹⁾

Para reducir el congestionamiento vehicular El Municipio de Guayaquil incluyó El Sistema Integrado de Transportación Masiva Urbana "Metrovía" entrando en funcionamiento el 30 de Julio del 2006, con 2 troncales cubriendo la demanda en varios sectores de la provincia, este sistema se basa en el modelo BRT (Bus Rapid Transit) o sistema de autobús expreso, sin embargo el 90% de la población de Guayaquil utiliza el transporte público, la metro vía moviliza alrededor de 550000 pasajeros al día, sin embargo la alta demanda de este servicio sobrepasa su capacidad de transporte, no logrando reducir el incremento del parque automotor, ni tampoco el problema de la congestión vehicular en la ciudad.

La capital de la provincia de El Oro, Machala, es una ciudad de gran importancia en el país, es un cantón dedicado a la producción agrícola y que posee un gran movimiento comercial, constituyéndose en el eje económico de la provincia. Sus pobladores se dedican a la actividad bananera, por ello es reconocida internacionalmente como "Capital Bananera del mundo". El crecimiento acelerado de la población originado por la inmigración de otras provincias y cantones, trajo como consecuencia un desarrollo urbano acelerado y sin planificación.⁽¹²⁾

La zona céntrica es donde se concentra la mayor parte del flujo comercial, bancario, se encuentran las instituciones públicas y privadas, generando un movimiento vehicular y peatonal permanente, haciendo que sus calles no puedan satisfacer la alta demanda de flujo vehicular que se presenta en las horas pico.

El parque automotor ha aumentado notablemente en la ciudad, situación que provoca que la red vial actual no esté en capacidad de abastecer la creciente demanda vehicular, la presencia de comerciantes en la zona céntrica de la ciudad, la falta de cultura vial, influyen directamente en el tránsito vehicular provocando congestión en las principales intersecciones y avenidas de la ciudad.

Existen algunos sectores de la ciudad donde las vías ya han cumplido su vida útil, esta situación, junto a un sistema de señalización poco eficiente, el estacionamiento que se permite indiscriminadamente en la vía pública incluyendo los buses de transporte urbano que obstruyen la circulación de un carril, reduciendo la capacidad de la infraestructura vial, crean un desorden en la zona céntrica.

Todos estos factores provocan en la ciudad una circulación desorganizada en las vías urbanas, especialmente en la Avenida Ferroviaria por ser una de las principales zonas de ingreso a zona céntrica, y debido a la deficiente estado de su infraestructura vial traen como consecuencia, retrasos de los conductores y dificultades al flujo vehicular, reduciendo la seguridad vehicular y peatonal, y a su vez creando inseguridad a los usuarios, pérdidas de tiempo y congestión.

Actualmente el sector de la Avenida Ferroviaria desde el Redondel del Tren hasta la calle 6, es una vía de gran importancia económica para la ciudad, por el sector circulan vehículos particulares, comerciales, transporte urbano y transporte pesado que llevan banano hacia Puerto Bolívar para su exportación. La alta afluencia vehicular que existe en la zona, y al ser un sector altamente poblado, provoca que la infraestructura vial existente no pueda abastecer las necesidades de movilidad vehicular y peatonal, factores que provocan congestión y altos grados de accidentabilidad.

El deficiente estado de la infraestructura vial del sector, causado principalmente el término de la vida útil de la vía, la ausencia de aceras y bordillos dan inseguridad a los peatones, el deteriorado estado de la estructura del pavimento, genera una situación caótica y peligrosa tanto a los conductores como también a los peatones.

La ausencia de paraderos adecuados para la seguridad de los peatones, una escasa señalización vertical y nula señalización horizontal, el estacionamiento de los vehículos en los espaldones de las vías, generan inseguridad a los usuarios, pérdidas de tiempo y congestión influyendo en las actividades económicas, sociales y salud, etc.

Por lo que es necesario buscar una solución al problema del congestión, a través de este estudio se buscara las alternativas para una adecuada infraestructura vial que esté acorde con las necesidades que requieren los usuarios y la ciudadanía que vive en el sector y con la capacidad suficiente para facilitar el flujo vehicular actual y futuro.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un diseño de infraestructura vial, utilizando las normas técnicas del MTOP y la Municipalidad de Machala, que permitan mejorar el manejo de la movilidad y seguridad vehicular y peatonal, en la Avenida Ferroviaria desde el Redondel del Tren hasta la calle 6.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar publicaciones y artículos científicos relacionados con el problema planteado.
- b) Realizar un diagnóstico de las condiciones actuales de la infraestructura vial existente y determinar la problemática que afecta la movilidad en el sector de la Avenida Ferroviaria desde el Redondel del Tren hasta la calle 6.
- c) Elaborar un diseño de infraestructura vial que proporcione una solución a la problemática detectada y que optimice las exigencias presentadas por la circulación vehicular y peatonal, aplicando las normas técnicas vigentes del MTOP y ordenamiento urbano.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Machala, ha presentado un crecimiento acelerado en los últimos años, razón por la cual se ha visto en la necesidad de modernizarse para adaptarse a los cambios que se presentan en la vida actual, la actividad comercial en algunos puntos de la ciudad ha provocado que se dificulte la circulación vehicular, por lo tanto un correcto diseño de la infraestructura vial permitirá mejorar la calidad del transporte vehicular y peatonal de la ciudad.

En el sector de la Avenida Ferroviaria debido a la alta afluencia de vehículos particulares, comerciales, transporte urbano, intercantonal y transporte pesado que lleva banano hacia Puerto Bolívar, y por su conexión directa con la zona céntrica de la ciudad, influye directamente en el desarrollo socioeconómico de la población, todos estos elementos generan congestión vehicular y accidentabilidad en el sector, factores que afectan directamente a la ciudadanía.

Considerando que la Avenida Ferroviaria es una de las principales arterias de ingreso a la ciudad de Machala, una adecuada infraestructura vial mejoraría la calidad de operación de la red vial, permitiendo satisfacer la demanda vehicular y peatonal, la seguridad a los peatones, eficiencia en el tráfico al reducir los tiempos de entrega de productos, sus beneficios en las empresas y las personas lo que tendrá un gran impacto en la ciudad.

Este problema merece toda nuestra atención, puesto que la capacidad operacional de la vía existente ha sido saturada, razón por la cual debe implementarse un diseño de infraestructura vial que sea mucho más eficiente y que priorice al transporte público, a los peatones y finalmente al transporte privado.

Debido a la importancia que constituye para la ciudad este sector, debe generarse un sistema de infraestructura vial que facilite la circulación del transporte público diseñando un carril que permita su fácil circulación, crear paraderos adecuados que den seguridad y comodidad a los peatones, haciendo uso eficiente de la infraestructura vial.

Se debe privilegiar la movilidad peatonal, mediante la creación de una infraestructura peatonal como bordillos, aceras que mejoren el entorno visual del sector, con rampas que respeten las normativas para los peatones con dificultad para circular, con una ciclo vía que animen a realizar actividades físicas, que sean seguras y confiables para los peatones y habitantes del sector.

De no tratarse este problema a tiempo, la situación en el sector puede agravarse aún más, y generar nuevos puntos críticos relacionados con la circulación vehicular y peatonal en la ciudad de Machala, haciendo más difícil la implementación de una solución constituyendo un costo mayor, incrementando el impacto económico y social en la población.

CAPÍTULO II

2 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN ADOPTADA

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

2.1.1 ESTUDIO TOPOGRAFICO

2.1.1.1 TOPOGRAFIA

En el libro Topografía publicado por Paul R. Wolf y Charles D. Ghilani se la define como la ciencia, el arte y la tecnología para determinar las posiciones de los puntos situados por encima o debajo de la superficie de la tierra, también se la considera como la disciplina que abarca todos los métodos para medir, recolectar, procesar y difundir información de las condiciones en las que se encuentra la tierra, tomar decisiones de planeación, formular políticas para uso del suelo, y las medidas para preservar nuestro medio ambiente.

La topografía es muy importante en muchas actividades como agronomía, geografía, geología geofísica, sismología y en especial la ingeniería civil y militar. En ingeniería civil se la utiliza para diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, vías férreas, sistemas viales de tránsito rápido, edificios puentes, túneles, canales, zanjas de irrigación presas, obras de drenaje delimitación de terrenos urbanos, sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales, tuberías por lo tanto es indispensable para las actividades del hombre.

Es una parte muy importante, puesto que sirve para conocer y monitorear las condiciones en que se encuentra el terreno, para establecer los valores los diferentes parámetros que existen para el diseño de la geometría de un camino. El diseño de un camino se lo realiza en función de las características del terreno, las cuales pueden ser llano, ondulado y montañoso. Un terreno es llano cuando en el trazado las pendientes del terreno no se perciben. Terreno ondulado es cuando la pendiente del terreno no excede las pendientes longitudinales del trazado. Terreno Montañoso es cuando las pendientes del terreno son mayores a las pendientes longitudinales del trazado, cuando la pendiente transversal es menor al 50% y escarpada cuando la pendiente transversal es mayor al 50%.

En el diseño geométrico el parámetro de la velocidad, la sección transversal e inclusive los costos de construcción del proyecto vial van en función de la topografía del terreno, por lo tanto es muy importante poner mucha atención en el momento de obtener los datos de campo, ya que de la calidad y el grado de precisión de los mismos, dependerá el desarrollo del diseño geométrico y de las obras de arte a realizarse en el proyecto.

2.1.1.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Según Raymond E. Davis en el libro tratado de Topografía, denominan el levantamiento topográfico como el conjunto de procedimientos que consisten en determinar la posición relativa de los puntos en la superficie de la tierra, tiene por objeto tomar datos de campo en que se encuentren relieves (elevaciones y desigualdades del terreno) y la posición de objetos naturales o artificiales, se utiliza también para medir distancias verticales y horizontales, determinar ángulos y ubicar

puntos sobre el terreno valiéndose de mediciones anteriores, pudiendo representar los resultados de los levantamientos topográficos en:

- Mapas de la superficie terrestre arriba y abajo del nivel mar.
- Cartas de navegación aérea, terrestre y marítima.
- Delimitar propiedades públicas y privadas.
- Crear banco de datos sobre recursos naturales y uso del suelo.
- Evaluar datos del tamaño, forma, gravedad y campos magnéticos de la tierra.

El proceso completo de un levantamiento topográfico comprende de trabajo de campo para tomar datos directamente del terreno y trabajo de oficina para cálculo y dibujo del levantamiento. El cálculo matemático de los datos obtenidos en campo, es necesario para obtener distancias, ángulos, alturas áreas y volúmenes.

2.1.1.3 ESTACIÓN TOTAL

Es un instrumento de precisión que combina tres componentes básicos, un instrumento de medición electrónica de distancias, un componente electrónico de medición de ángulos y una computadora o microprocesador, en una sola unidad.

Pueden efectuar varias funciones y cálculos, dependiendo de la forma en que estén programados, pueden medir automáticamente ángulos horizontales y verticales, distancias inclinadas, calcular al instante componentes verticales y horizontales de distancias, las elevaciones y coordenadas, también pueden almacenar los datos ya sea en memoria interna o externa.

Es un instrumento de gran ayuda, puesto que permite realizar levantamientos topográficos de una manera rápida y eficaz.

2.1.2 METODOLOGIA DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.1.2.1 TRABAJO DE CAMPO

Para realizar el levantamiento topográfico de la vía en estudio, se empleó la metodología recomendada por el Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotecnias de la Universidad Tecnológica de Panamá, además se utilizó una Estación Total Sokia la misma que permite guardar los datos en la memoria interna que luego será descargada en la computadora⁽¹³⁾

Antes de iniciar el levantamiento topográfico es recomendable dar una vista previa, para planificar y determinar los equipos y herramientas que se utilizaran y el personal necesarios para realizar el trabajo.

Para realizar se utilizó el siguiente equipo y herramientas:

- Estación Total Sokia
- Trípode

- Prisma y porta prisma
- Cinta métrica
- Herramientas como: combo, clavos de acero, aerosoles.

Una vez en el sitio de estudio, se determina la mejor ubicación de inicio para conformar la poligonal abierta de nuestro proyecto, colocamos un clavo donde que va a ser nuestro punto de referencia.

Luego ubicamos el trípode en el punto antes mencionado, colocamos la estación total y usando la burbuja del plato y los tornillos de nivel, nivelamos hasta que quede todo centrado.

Una vez instalado el equipo, medimos la altura del suelo al aparato, luego se procede a encenderlo, ingresamos al equipo la información requerida y lo orientamos al norte geográfico.

El instrumento calcula el acimut de la visual atrás a partir de coordenadas, lo muestra y pide al operador visar la estación atrás, el acimut se transfiere al instrumento y luego aparece en la pantalla.

Iniciamos el respectivo levantamiento topográfico de la vía en estudio para generar el plano topográfico, tomando en cuenta todos los detalles como eje, calzada, líneas de fábrica, redondel del tren, intersecciones, postes, sumideros, pozos, etc. Verificamos que todos los datos almacenados correctamente en el instrumento. Una vez terminado el levantamiento topográfico procedemos a guardar el equipo y las herramientas utilizadas.

2.1.2.2 TRABAJO DE OFICINA

Una vez realizado el levantamiento topográfico, procedemos a descargar los datos obtenidos del levantamiento topográfico del equipo a la computadora por medio de un interfaz de comunicación y los guardamos en una carpeta específica. Ordenamos los datos con código de leyenda y con la ayuda de software asistido por computadoras hacemos uso de la información obtenida.

Por medio del software asistido por computadora como los programas Cad, procedemos a realizar plano de los puntos y detalles de todos los puntos obtenidos en campo, y por medio del software calculamos los parámetros siguientes: el alineamiento, dirección secciones transversales, cálculo de volúmenes de tierras entre otros.

2.1.3 ESTUDIO DE TRÁFICO

2.1.3.1 TRAFICO

El tráfico es un factor importante para el diseño de una carretera o de un tramo de la misma, por lo cual debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico,

con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede tolerar.⁽¹⁴⁾

La información del tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos.

2.1.3.2 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL

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

Para el cálculo se debe tomar las siguientes consideraciones:

- En vías de un solo sentido de circulación el tráfico será contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen del tránsito en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación
- Para el caso de autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas intervienen lo que se conoce como el flujo direccional que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía

Para determinar el TPDA se debe realizar conteos vehiculares que nos permitan conocer el tráfico existente.

2.1.3.3 TIPOS DE CONTEOS

- **Manuales.**- Proporciona información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las cuales depende el diseño geométrico.
- **Automáticos.**- Permiten conocer el volumen total de tráfico, deben de ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. Se debe tener mucho cuidado con la calibración de los equipos de conteo automático, ya que cuentan pares de ejes (por cada dos impulsos registran un vehículo).

2.1.3.4 VOLUMEN DE TRANSITO

Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un período determinado.

Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde, Q es el número de vehículos que pasan por unidad de tiempo, N número total de vehículos que pasan y T, es el período determinado. Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra existen cuatro factores de variación que son:

Factor Horario (FH), permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a Volumen Diario Promedio.

Factor Diario (FD), transformar el volumen de tráfico diario promedio en Volumen Semanal Promedio.

Factor Semanal (FS), transformar el volumen semanal de tráfico promedio en Volumen Mensual Promedio.

Factor Mensual (FM), transformar el volumen mensual de tráfico promedio en Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).

2.1.3.5 TRÁNSITO DE LA HORA PICO

Siendo el TPDA una medida muy genérica de la intensidad del tránsito a lo largo de un día, se vuelve necesario tomar en cuenta las variaciones extremas que registra el movimiento vehicular a lo largo de las 24 horas del día, para seleccionar las horas de máxima demanda como base más apropiada para el diseño geométrico de las carreteras.

El tránsito de la hora pico o la hora punta, recoge la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que se registra en un año ni a su vez a la hora promedio, sino a una hora intermedia que admitirá cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas.

Para esto se acostumbra graficar la curva de datos de volúmenes de tránsito horario registrado durante todo un año en una estación permanente de registro del movimiento vehicular por carretera, la hora máxima puede llegar a representar desde el 25% hasta el 38% del TPDA.

La curva desciende bruscamente hasta un punto de inflexión, que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño o 30HD, lo cual significa que al diseñar para ese volumen horario, se espera que existan 29 horas en el año en que el volumen será excedido.

El volumen de tránsito de la hora pico o 30HD está normalmente entre el 12% y 18% del TPDA en el caso de carreteras rurales, con un término medio del 15%. En carreteras urbanas éste volumen se ubica entre el 12% y 8% del TPDA, pudiéndose por tanto utilizar un 10% como valor de diseño a falta de valores propios.

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30ava hora, pero de las investigaciones realizadas por la composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento. (Normas de Diseño Geométrico MOP-2003)

2.1.3.6 FACTOR DE LA HORA PICO

El factor de la hora pico se expresa como la relación que siempre será igual o menor a la unidad entre la cuarta parte del volumen de tránsito, durante la hora pico y el valor mayor registrado durante el lapso de 15 minutos dentro de dicha hora pico.

Obtenido el conteo vehicular, clasificando en vehículos livianos, buses, camiones de 2, 3 y 4 ejes, para calcular el TPDA actual se relacionan el total de cada clase de vehículos de la hora pico para el volumen de tránsito correspondiente ya sea a la zona rural o urbana y multiplicado por el factor hora pico.

Tráfico Generado

Se refiere a los viajes generados por el desarrollo del sector, el cual se presenta en los dos primeros años de funcionamiento de la carretera.

$$TG = 20\% \text{ TPDA}$$

Tráfico Atraído

Es un porcentaje de tráfico que se atraen de otras carreteras, el cual se va a dar por el mejoramiento que se va a realizar a esta vía.

$$TATRAIDO = 10\% * \text{TPDA ACTUAL}$$

Tráfico Desarrollado

Es un tráfico inducido, que no existe o no existirá en el futuro. Se refiere al tráfico que genera la producción de la zona,

$$TDESARROLLADO = 5\% * \text{TPDA ACTUAL}$$

Tráfico Futuro

Se lo determina para 10 y 20 años, debido a que en los caminos vecinales, el diseño se lo realiza primero para 10 años, luego para 20 años respectivamente

Crecimiento normal del tráfico actual

El tráfico actual es el número de vehículos que circula sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía al presente en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios.

- **Tráfico existente** Es aquel que se usa en carreteras antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.
- **Tráfico desviado** Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte una vez que entre en servicio la vía mejorada en razón de ahorros de tiempo, distancia o costos.

2.1.3.7 PROYECCIÓN EN BASE A LA TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR

Establecida la tasa de crecimiento vehicular para el periodo de estudio, se aplica al tráfico actual mediante la fórmula:

Dónde:

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

Tf= tráfico Proyectado.

Ta= Tráfico Actual.

i= Tasa de crecimiento vehicular.

n= Número de años para el cual está diseñado el proyecto

2.1.4 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE TRÁFICO

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.

Por lo tanto 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.

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

Para realizar el cálculo del TPDA se aplicó la metodología usada en la tesis del Sr. Danilo Santiago Solís Jácome denominada “ESTUDIO DE LA COMUNICACIÓN VIAL AL CENTRO DE LA PARROQUIA HUAMBALÓ, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES” en la cual aplico el factor de la hora pico(15)

Para establecer el TPDA del proyecto, 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. Las cuales están en los respectivos anexos.

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

En la tabla 2.1 se puede apreciar la hora de máxima demanda vehicular con la cual se realizó el respectivo muestreo de tráfico aplicando el método del factor hora pico.

2.1.4.1 CALCULO DEL FACTOR HORA PICO

$$FHP = \frac{Q}{4Q_{max}}$$

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:

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

$$FHP = 0.73$$

2.1.4.2 TRANSITO HORA PICO

Para realizar este proyecto tomamos en cuenta el volumen de la 30ava hora, para realizar proyecciones a 10y 20 años según como sea necesario, en la cual se estipula que en las zonas urbanas se encuentra entre el 8% y el 12%, por lo tanto tomamos como referencia el tránsito para zonas urbanas del 10%.

$$TPDA_{actual} = \frac{Q_v * FHP}{\%(30Hora)}$$

Dónde:

Q_v = Volumen vehículo durante una hora

FHP = Factor hora pico

%(30va hora) = Porcentaje Treintava Hora

Cálculo del TPDA actual Zona Urbana 10%.

Livianos

$$TPDA_{actual} = \frac{94 * 0.73}{0.10}$$

$$TPDA_{actual} = 686 \text{ Livianos}$$

Buses

$$TPDA_{actual} = \frac{20 * 0.73}{0.10}$$

$$TPDA_{actual} = 146 \text{ Livianos}$$

Pesados

$$TPDA_{actual} = \frac{21 * 0.73}{0.10}$$

$$TPDA_{actual} = 153 \text{ Livianos}$$

$$TPDA_{actual} = \text{Livianos} + \text{Buses} + \text{Pesados}$$

$$TPDA_{actual} = 686 + 146 + 153$$

$$TPDA_{actual} = 986 \text{ veh}/\text{dia}$$

Calculamos la proyección del TPDA

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

Con el cuadro anterior se procede a calcular el TPDA futuro para un periodo de 10 y 20 años, con los datos de la provincia de El Oro. 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.

2.1.5 ESTUDIO DE VELOCIDADES

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de traslado de personas o cosas de un sitio a otro. Tanto así que los beneficios para mejorar el tránsito se miden en términos del valor monetario del tiempo ahorrado como resultado del aumento de velocidad se supondrá dicha mejora.

Tipos de velocidades que se producen en distintas vías y que deben medirse para efectos de estudios de tránsito:

Velocidad Local (Vl).- la de un vehículo en una sección de la vía

Velocidad de Circulación (Vc).- el cociente entre la distancia recorrida en un tramo y el tiempo que el vehículo está en movimiento

Velocidad de recorrido (Vr).- el cociente entre la velocidad total recorrida en un tramo y el tiempo transcurrido entre el inicio y el final del viaje, incluidas todas las demoras debidas al tráfico.

Velocidad media Local.- velocidad media, en un cierto periodo de todos los vehículos que pasan por una sección

$$Vl = \sum v_j/n$$

n=Numero de vehículos

vj= velocidad local del vehículo

Velocidad media de un tramo.- dado un tramo de longitud L es la media de los tiempos empleados por n vehículos en recorrerlos

$$VL = nL/\sum t_j$$

tj= tiempo empleado por el vehículo

Velocidad de operación (V.OP.).- La velocidad media de desplazamiento que pueden lograr los usuarios en una vía, bajo las condiciones prevalecientes del tráfico, sin exceder la velocidad de diseño de cada uno de los tramos que constituyen.

El estudio de las velocidades en un tramo determinado o en un punto fijo a él, se realiza midiendo las velocidades individuales de todos o de una muestra de los vehículos que atraviesan una cierta sección. Con esto se estima una distribución de velocidades del conjunto del tráfico en las circunstancias del estudio (periodo de realización y condiciones atmosféricas).

2.1.6 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE VELOCIDADES

La metodología que se utilizó fue la tomar información primaria para registrar el tiempo de recorrido de cada vehículo en la entrada y salida de la vía. Las mediciones se realizaron con un cronometro, midiendo el tiempo empleado en recorrer una distancia que depende de la velocidad del flujo y la precisión que se desee (30-40 m. para velocidades menores a 40km/h; mayores de 100 m. si la velocidad es mayor a 60km/h).⁽¹⁶⁾

Para efectuar la medición se levantó un tramo de 60 m, en cuyos extremos se colocaron dos anotadores para registrar el tiempo de pasada de los vehículos clasificados por tipo.

En los análisis realizados se pudo determinar que las velocidades promedio es de 26.72, es baja en relación al nivel de capacidad de la vía, esto se debe a factores como, el deterioro del pavimento (presencia de baches y otros deterioros), la imprudencia de los de los de los conductores de las cooperativas de transporte urbano que paran en cualquier lugar para recoger pasajeros, y la deficiencia en que se encuentra la actual infraestructura vial, se deja establecido que las velocidades fueron tomadas en horas de la tarde.

2.1.7 ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los accidentes de tráfico, ocupan el quinto puesto de las principales causas de muerte en el mundo. La población más afectada se encuentra entre los 15 a 35 años en España. El 95% de los accidentes de tráfico se producen por el factor humano, un 20% al estado de la infraestructura vial, y un 10% debido a los vehículos, por lo que debe realizarse todos los esfuerzos para evitarlos.⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

2.1.8 EVALUACION DE LA ACCIDENTABILIDAD EN LA AVENIDA FERROVIARIA

Según datos proporcionados por la jefatura de tránsito compiló 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 gráficas respectivas, estos accidentes contempla choque, atropello, volcamientos etc.

Tabla 1: Registro de Accidentes de tránsito en la Avenida Ferroviaria 2014

REGISTRO DE ACCIDENTES AÑO 2014		
AV. FERROVIARIA DIAGONAL AL MOTEL LAS PALMAS	MARZO	CHOQUE POR ALCANCE
CALLE LA FERROVIARIA	ABRIL	CHOQUE FRONTAL EXCENTRICO
AV. LA FERROVIARIA	ABRIL	CHOQUE LATERAL ANTERIOR
AV. LA FERROVIARIA	MAYO	PERDIDA DE PISTA
AV. LA FERROVIARIA	MAYO	CHOQUE LATERAL PERPENDICULAR MEDIO
AV. FERROVIARIA	JULIO	CHOQUE FRONTAL EXENTRICO
AV. LA FERROVIARIA Y 4TA ESTE	AGOSTO	CHOQUE FRONTAL
AV. LA FERROVIARIA A LA ALTURA DE MONTAÑITA	NOVIEMBRE	PERDIDA DE PISTA Y VOLCAMIENTO

Fuente: Agencia Nacional de Transito -2014

De acuerdo al grafico anterior en la Avenida Ferroviaria en el año 2014, se registraron la cantidad 8 accidentes de tránsito, según datos proporcionados por la jefatura de tránsito, llegando a un promedio de 0.58 accidentes de tránsito por mes.

Como se puede apreciar en la gráfica anterior el mes donde se produjeron la mayor cantidad de accidentes, fue en el mes de mayo y abril con un porcentaje de 29% cada uno, se puede concluir que la mayoría de estos se producen por la deficiencia en la cual se encuentra actualmente la infraestructura vial.

En la gráfica se evidencia que según la clase de accidentes, los choques frontales representan el 50% por ciento, siendo la principal tipo de accidentes que se produjeron, los choques laterales y la perdida de pista representan el 25 % cada uno.

También se observó que otras causas para que puedan afectar a la seguridad vial, tanto de peatones como de vehículos serian, la escasa de señalización vertical, no existen pasos cebras, siendo un riesgo constante para los peatones y personas ancianas y discapacitadas, autos parqueados en las aceras, lo que dificulta la visión de los vehículos que transitan por el sector.

2.1.9 ESTUDIO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

2.1.9.1 PAVIMENTO

En el Capítulo I de la AASHTO 93, define al pavimento de concreto o rígido, es una estructura apoyada sobre una base o subbase, con la capacidad de absorber los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento, causadas por acción de la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado, Los pavimentos flexibles absorben los esfuerzos a las capas inferiores por su menor rigidez, como consecuencia se ejercen mayores esfuerzos en los mismo.

2.1.9.2 CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS

Los pavimentos se clasifican en tres tipos, los cuales se diferencian por su estructura interna:

- a. Pavimento flexible
- b. Pavimento rígido
- c. Pavimento híbrido

En la siguiente figura se presenta un corte de la sección típica de un pavimento flexible.

2.1.9.3 PAVIMENTO FLEXIBLE

Está conformado en la parte superior por una capa asfáltica, en la cual se encuentran sobre una base granular y capa de subbase, destinada a transmitir los esfuerzos provocados por el tránsito.

2.1.9.4 ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – Pavement Condition Index)

El índice de condición del pavimento (PCI), sirve para determinar la funcionalidad y la estructura del pavimento se la considera como una de las metodologías más completas para evaluar el pavimento rígido y flexible, no requiere de herramientas especiales y se lo realiza en función de la clase de daño, severidad, la cantidad o densidad que tiene el pavimento.

Para efectuar la evaluación se la realiza en función de los tres factores antes indicados debido al alto número de condiciones posibles, para indicar el grado de afectación se introducen valores deducidos como un factor de ponderación, para cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

Para medir el grado de deterioro integridad estructural del pavimento y su condición funcional-operacional se clasifica mediante un índice numérico que varía de (0) para un pavimento fallado a (100) para un pavimento en óptimas condiciones, en función de la densidad de fallas y el valor de deducción de cada tipo de falla y nivel de severidad.(19)

2.1.10 EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PCI – Pavement Condition Index)

La evaluación de la condición de la carretera es fundamental para determinar su estado, garantizar su continuidad, por lo tanto es necesario conocer las deficiencias para su para buscar una solución.(20)

La metodología para evaluar el pavimento PCI, consiste en resultados de una evaluación visual de la condición del pavimento, estableciendo de cada daño su clase, severidad y cantidad. La metodología es fácil de implementar y no se requiere de

herramientas especializadas, se evalúa mediante un inventario visual en el cual se registran las causas de los daños y su relación con las cargas y el clima.(21)

Para evaluar la vía en estudio, primero se la divide en secciones en el cual se determina el área de la muestra esta debe poseer de de $230 \pm 93\text{m}^2$, luego se identifican los tramos y secciones que serán objeto de un inventario de fallas por muestreo.

Para nuestro proyecto técnico se trabajara con un ancho de calzada de 7,30 m y una longitud de muestra de 31,50, lo que nos da un área de 229.95 m^2 en total se tomaron muestras en 16 tramos. Para cada tramo se define el tipo de falla (señalando el No. de código de acuerdo al tipo de pavimento).

De acuerdo al siguiente cuadro podemos verificar el tipo de falla y el nivel de severidad en la que se encuentra las cuales pueden ser (Bajo, Mediano, Alto). En la inspección visual que se realiza se procede a medir el área de cada falla y llevamos un registro que luego serán analizadas.

Fuente: Ministerio Transporte y Obras Publicas - 2015

Estos datos se registran en formularios diseñados para ello.

Tramo 1: Realizada la inspección visual las fallas encontradas en este tramo fueron: Piel de cocodrilo (Media), Depresión (Alta) y Bache (Alta)

Una vez obtenido el dato del área, calculamos la densidad de las fallas dividimos el área de la falla para el área del tramo 1 y aplicamos la siguiente formula:

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

$$Densidad = \frac{4.29}{230} \times 100$$

$$Densidad = 1,87$$

Con el valor de la densidad determinamos el Valor de Deducción en el cual en el eje de las Abscisas se encuentra la densidad de la falla y en el eje de las ordenadas se

encuentra el valor de deducción, en donde cada grafico tiene curvas que indican la severidad de la falla.

Valor De Deducción = 27

Repetimos la operación para cada falla en el tramo.

2.- Depresión (A)

Aplicamos la fórmula:

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

$$Densidad = \frac{3.56}{230} \times 100$$

Densidad = 1,55

Determinamos el valor de Deducción para la segunda falla

Valor de Deducción = 18

3.- Bache (A)

Aplicamos la fórmula para calcular la densidad:

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

$$Densidad = \frac{3.20}{230} \times 100$$

Densidad = 1,39

Valor de Deducción = 68

En la siguiente tabla se resumen todas las fallas encontradas en los tramos de la vía en estudio, de los cuales el número de valores deducidos al reducido al máximo admisible de valores deducidos “m”, incluyendo su parte fraccionaria.

Si contamos con un número de valores deducidos menor a “m”, todos los valores deducidos deben ser usados.

Para encontrar el CDV Valor de Deducción Corregido, se suma todos los valores de deducción de cada falla, se encuentra el valor q (q es el número de valores de deducción que existen, y se considera solo los valores mayores a 2 según el MTOP.

En el nomograma localizamos el valor de deducción total (VDT), vamos a la tabla y encontramos el punto de corte de la curva al eje de las ordenadas para obtener el valor de deducción corregido.

Se define el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Max CDV} = 71$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{CDV}$$

$$\text{PCI} = 29$$

Vamos a la siguiente Nomograma

De acuerdo al Nomograma de la Escala de graduación del pavimento, el primer tramo presenta una calificación de Mala.

En el siguiente cuadro realizamos un resumen de todos los resultados obtenidos en la evaluación.

En el nomograma localizamos el valor de deducción total (VDT)

Se define el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de acuerdo a la fórmula:

$$\text{Max CDV} = 86$$

$$\text{PCI} = 100 - \text{CDV}$$

$$\text{PCI} = 14$$

Vamos a la siguiente Nomograma

En base a los resultados obtenidos en el Índice de condición del pavimento (PCI) de 14 con la cual se le da una calificación de muy mala, por lo cual podemos afirmar que el pavimento se encuentra en estado avanzado de deterioro, por lo tanto necesita ser cambiado.

2.1.11 ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN

2.1.11.1 Señalización Vial

La señalización vial permite una circulación vehicular ordenada, ofreciendo prevención e información a todos los usuarios de la vía, garantizando seguridad vial tanto a vehículos como a los peatones, además de optimizar el tránsito. Debe de encontrarse en el campo visual de todos los usuarios para que permita reaccionar de una manera apropiada. Las señales son medios que utilizados para transmitir información constan de una forma y color y mensaje destacado.⁽²²⁾

2.1.11.2 Señalización Vertical

Las señales verticales se utilizan para ordenar el tránsito de vehículos y peatones, además ayudar a la seguridad de los mismos. Contienen instrucciones que los usuarios deben obedecer, prevención de peligros, información de las rutas y guías para los usuarios de las vías.⁽²³⁾

2.1.11.3 Señalización Horizontal

Esta señalización es la que corresponde a la aplicación de marcas viales, que están conformadas por líneas, símbolos y letras sobre el pavimento, aceras, bordillo etc. Son usadas para regular y también complementar la información de otros dispositivos

2.1.12 EVALUACION 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.

2.1.12.1 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.

2.1.12.2 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.

2.1.12.3 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.

2.1.12.4 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:

2.1.12.5 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.

2.1.12.6 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.

2.1.12.7 Suciedad

Para realizar esta evaluación se aplica el siguiente criterio:

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

$$IEv = \frac{\text{Total de puntos}}{N \text{ deterioros}} = \text{Indice de Estado}$$

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.

$$PCI = \frac{\sum IEv}{N N_{IEv}} = \text{Promedio de Conservacion}$$

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

$$IES = 0.5 PCI + 0.3PCII + 0.2PCIII$$

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

$$IES = 6.12$$

De acuerdo con el valor del Índice de Estado de la Señalización Vertical obtenido en la vía es de 6,12 la calificación sería buena, al ser mayor a 6.9, por lo tanto nos indica que la señalización en el tramo de estudio es malo.

2.1.13 EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Al realizar un recorrido en el tramo en estudio no se encontró ninguna señalización horizontal, por lo tanto se le asigna la calificación más baja. Ya que en el sector existen un gran número de peatones y de vehículos se hace necesario delimitar la vía, colocando las debidas líneas de división de carriles así como pasos cebras para delimitar las zonas de cruce peatonal.

2.1.14 DISEÑO GEOMETRICO

El diseño geométrico de un camino está basado en las características topográficas del terreno y de los vehículos ya que éstos constituyen factores determinantes para la selección del tipo de vía que se va a construir, entre los cuales tenemos: pendientes, radios de curvatura, sobre ancho, alineamientos, longitud de transición, peraltes, ancho de carril, distancia de visibilidad.⁽¹⁴⁾

Según Guzmán, una vía no debe ser un espacio solo para el transporte vehicular, sino que debe ser un espacio donde coexistan sin irrespetar el espacio de los demás y así las personas la usen cómodamente y poder utilizarlo para algo más que ir de un lugar a otro.⁽²⁴⁾

Para realizar un excelente diseño de infraestructura vial, es necesario una buena elección de las rutas de transporte para que un ciudadano en una red vial urbana sea capaz de beneficiarse de todos los sistemas de transporte, por lo menos, el tiempo para llegar a su destino con seguridad y comodidad.⁽²⁵⁾

Los diseños geométricos de carreteras y vías urbanas no solo deben tener factores matemáticos sino que también el impacto que puede generar tanto social como ambientalmente, y mejorar las condiciones de circulación de acuerdo a las normativas vigentes.⁽²⁶⁾

2.1.15 EVALUACION DEL DISEÑO GEOMETRICO

Según Julián Rodrigo Quintero González especialista en transporte, considera que la evaluación del estado de las vías urbanas es importante considerar el análisis de los factores relacionados con la calidad y el nivel de servicio de su infraestructura.⁽²⁷⁾

El estado de la infraestructura vial afecta directamente a los parámetros como volumen, velocidad y densidad considerados en el estudio del fenómeno del tránsito; esto se explica en que de acuerdo con las características geométricas de la vía, el estado del pavimento y las obras complementarias, los usuarios (conductores y peatones) definirán sus preferencias a la hora de realizar cualquier desplazamiento, lo cual, a su vez, afectará el comportamiento de los flujos vehiculares y peatonales, las velocidades de los vehículos y los resultados de los análisis de los valores obtenidos para los parámetros mencionados.

Dentro de los criterios que se deben examinar en la geometría de la vía se encuentran los siguientes: longitud del tramo, ancho de la calzada, número de carriles, ancho y altura de andenes, ancho de bermas, separador y zonas laterales.

La elaboración de los inventarios de infraestructura vial y de señalización y dispositivos para el control tiene grandes aplicaciones desde el punto de vista del diagnóstico de las características físicas y geométricas y del estado y suficiencia de los componentes de una carretera, una vía urbana, una intersección u otro elemento de infraestructura; estos inventarios son determinantes para establecer y evaluar el nivel de servicio en calles y carreteras, aspecto fundamental en las etapas preliminares, en el diseño y la planeación de cualquier proyecto de infraestructura vial.

2.2 PREFACTIBILIDAD

Alcanzando cada uno de los objetivos dispuestos en el presente proyecto técnico, y con base a los diferentes resultados, obtenidos en los diferentes estudios técnicos realizados en el tramo de estudio, se pudo determinar el grado de deterioro en se encuentra actualmente cada uno de los elementos que conforman la infraestructura vial, del tramo de la Avenida Ferroviaria desde el redondel del tren hasta la calle 6.

En resumen, los elementos de infraestructura vial el tramo de análisis presenta las siguientes características:

En las mediciones topográficas se obtuvo se verifico que la vía, tiene un ancho de vía de 8.40mts, y la circulación vehicular es en los dos sentidos, por lo que se necesita realizar un ampliación de la vía, para aprovechar su infraestructura.

Circulan alrededor de 1330 vehículos diariamente, y en el análisis realizado se determinó que en las horas pico la infraestructura vial no abastece la demanda vehicular que se le presenta.

En el análisis realizado a la carpeta asfáltica se determinó, que se encuentra actualmente en un estado fallido, debido a las diferentes tipos de fallas que se presenta a lo largo del tramo de estudio, por lo que su vida útil termino y de acuerdo al análisis necesita ser reemplazada.

Así mismo, en el análisis realizado a la señalización vertical se le da una calificación de mala, por lo que necesita ser reemplazado por una señalización integral que mejore la seguridad vial de todo el sector, y de los vehículos y peatones.

Del análisis de la infraestructura vial, se evidencio la deficiencia en la cual se encuentra la vía, al no contar con elementos como cunetas, bordillo ni aceras lo cual representa un peligro y una molestia para los usuarios. Por lo que se la necesidad de una intervención urgente, una infraestructura vial que contenga todos los elementos necesarios para una circulación vehicular y peatonal, que ofrezca seguridad y optimice la circulación vehicular y reducir el congestionamiento vehicular en el futuro.

El objetivo del proyecto técnico es plantear las diferentes alternativas que ayuden a mejorar el problema existente en el tramo de la Avenida Ferroviaria desde el redondel del tren hasta la calle 6, analizando la alternativa más apropiada para el sector.

Para solucionar el problema existente en la vía, se proponen varias alternativas de solución, entre las cuales podemos mencionar la alternativa de cambiar la señalización vial, esta alternativa sería una solución momentánea dada la gravedad del problema por lo que esta, no sería la solución más óptima para la solución.

Otra de las alternativas que se propone es la de rehabilitar la vía, optimando el estado de la carpeta asfáltica, mejorando la fluidez de los carriles para la circulación de los vehículos, económicamente la propuesta sería viable, ya que el proyecto no demandaría muchos recursos económicos, pero simplemente sería una alternativa temporal, pues la demanda vehicular ira en aumento reduciendo la capacidad de la vía, lo que no solucionara el problema de la congestión vehicular existente y determinaría un gasto innecesario.

Por lo tanto un diseño de Infraestructura Vial que mejore la circulación vehicular y peatonal en la vía, ayudara a mejorar la calidad de vida de los conductores y moradores del sector.

Esta alternativa sugiere la ampliación de infraestructura vial existente, ya que la actual infraestructura presenta condiciones deficientes desde el punto de vista funcional y capacidad insuficiente para la demanda actual, mucho menos para la futura demanda.

Debido a que la vía en estudio no satisface la demanda vehicular existente, un nuevo diseño de infraestructura vial permitirá satisfacer las necesidades tanto de los vehículos particulares así como también al trasporte público y comercial, mejorando la movilización de una manera eficiente y reduciendo de manera considerable la congestión vehicular en la zona.

Es evidente la necesidad del nuevo diseño de infraestructura vial, ya que mejoraría la seguridad vial de los peatones y moradores del sector, además de dar paso a una infraestructura vial moderna, diseñada en base a los códigos vigentes, con la capacidad vial suficiente para soportar la demanda futura, elevando el desarrollo de la ciudad y con detalles arquitectónicos que reflejen el progreso de la capital.

2.3 FACTIBILIDAD

En vista de que el proyecto técnico propuesto no es de interés social se deja establecido que no se realizara un análisis económico de la propuesta.

El desarrollo del proyecto de diseño de infraestructura vial sería factible operacionalmente, ya que los usuarios conocen la importancia que tiene cada elemento de la infraestructura vial, al mismo tiempo ayudara a mejorar y normalizar el tránsito vehicular y peatonal, además de ofrecer seguridad a todos los usuarios.

Desde el punto de vista operacional, el presente proyecto tendría un impacto positivo en el sector, debido a este surge de una necesidad evidente, detectada en los análisis y diagnósticos previos, y no representaría un cambio radical en las actividades cotidianas de la sociedad, al contrario constituiría en un gran aporte no solo para la población que vive cerca del sector, sino que además contribuirá al desarrollo de la ciudad.

2.4 IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN VIABLE PARA SU DISEÑO

De acuerdo a las comparaciones de las alternativas del proyecto, se indica que la mejor alternativa es la numero 1, que es realizar un **Proyecto de Diseño y Ampliación de Infraestructura Vial del tramo de la Avenida Ferroviaria desde el Redondel del tren hasta la Calle 6**, por ser la más apropiada.

2.4.1 VIABILIDAD TÉCNICA

El presente proyecto se lo realiza en una vía de gran importancia, porque forma parte de las principales arterias de ingreso a la ciudad. Al evaluar la infraestructura vial y sus características se evidencio la deficiencia en la que se encuentra, por lo tanto se requiere atender las necesidades de los habitantes, lo que beneficiara no solo al sector sino que beneficiara al desarrollo de la ciudad de Machala.

2.4.2 VIABILIDAD SOCIAL

La viabilidad social de este proyecto radica en la necesidad de la población en contar con una vía en mejores condiciones, que garantice la seguridad vial tanto d los vehículos como de los peatones, por lo que de parte de los moradores y usuarios existirá ningún tipo de impedimento en la realización del proyecto, por lo expuesto anteriormente los habitantes del sector serán quienes se beneficiaran directamente.

2.4.3 VIABILIDAD LEGAL

El proyecto se basa en las normas de diseño del Ministerio de Transporte y Obras Públicas así como también en el Art. 7.- Las vías de circulación terrestre del país son bienes nacionales de uso público, y quedan abiertas al tránsito nacional e internacional de peatones y vehículos motorizados y no motorizados, de conformidad con la Ley, sus reglamentos e instrumentos internacionales vigentes. En materia de transporte terrestre y tránsito, el Estado garantiza la libre movilidad de personas, vehículos y bienes, bajo normas y condiciones de seguridad vial y observancia de las disposiciones de circulación vial.

2.4.4 VIABILIDAD INSTITUCIONAL

Por ser un proyecto de carácter social con una alta viabilidad institucional, permita a las autoridades locales, como el Municipio de Cantón Machala mediante un Plan de Ordenamiento Territorial, (POT), el cual contempla la apertura nuevas vías de acceso según sean necesarias, mejorar la calidad de vida, además de preservar en buen estado las mismas.

CAPITULO III 3 DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

3.1 CONCEPCIÓN DEL PROTOTIPO

De acuerdo a la evaluación realizada en el tramo de la avenida ferroviaria desde el redondel del tren hasta la calle 6, se pudo verificar el deficiente estado en el cual se encuentra la vía, por lo tanto amerita una nuevo diseño de infraestructura vial, con la capacidad suficiente para soportar la demanda futura, mejorando la seguridad vehicular y peatonal del sector, considerando aspectos importantes como movilidad, seguridad y mantenimiento de la misma.

En el nuevo diseño de infraestructura que se plantea, la sección típica de la vía estará conformada por cuatro carriles para la circulación, es decir dos sentidos de vía (ida y vuelta), cuyo ancho será de acuerdo a la sección transversal del diseño geométrico de la vía, además se propone la construcción de un parterre o separador central cuya función será la de separar los carriles de circulación vehicular.

Para evitar el deterioro de la vía se pretende el diseño de cunetas que drenen las aguas lluvias, para mejorar la movilidad y seguridad de los peatones se diseñaran bordillos y aceras desde el filo de la calzada con un ancho de 2 metros a cada lado de la vía.

Además se diseñaran zonas de paradas de bus en lugares adecuados para los usuarios del transporte público y en lugares donde no interfieran con el tráfico, incluyendo en el diseño dispositivos viales urbanos como señalización, iluminación y protección.

Este diseño contendrá las normativas técnicas que garanticen la seguridad y confiabilidad, con el fin de obtener un funcionamiento adecuado de acuerdo a las normas del MTOP y la planificación del Municipio de Machala.

3.2. MEMORIA TÉCNICA

3.2.1 JUSTIFICACIÓN

El tramo de la Avenida Ferroviaria desde el redondel del tren hasta la calle 6, representa una de las principales arterias de ingreso a la ciudad de Machala. En los estudios realizados se pudo determinar el deficiente estado en que se encuentra la vía, razón por la cual se hace necesario realizar un diseño de infraestructura vial, que permita mejorar las condiciones de la red vial, con la finalidad de agilizar el flujo de personas y vehículos que transitan por el sector.

La realización de este proyecto es de mucha importancia, debido al creciente número de vehículos (livianos y pesados) que circulan por el sector, lo que ha traído como consecuencia congestión vehicular, demoras y accidentes de tránsito, por lo tanto la elaboración de este proyecto mejoraría las condiciones de circulación vehicular y la capacidad de la infraestructura vial.

Debido al peligro que representa la falta de aceras y bordillos en el tránsito peatonal, se ve la importancia y la necesidad de diseñar una infraestructura vial, con elementos como bordillos y aceras, que mejoren la movilización y la seguridad vial de los peatones, además paraderos adecuados para la comodidad y seguridad de los usuarios del transporte público.

El desarrollo de este proyecto es importante ya que mejoraría el servicio del transporte público y comercial, produciendo en los ciudadanos una mejor calidad de vida en cuanto a la comodidad y reducción de tiempo en sus recorridos.

3.2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA

Para realizar proyectos de diseño geométrico, se hace uso de normas y manuales, en Ecuador el especialmente utilizado para realizar este tipo de proyectos son las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras- MOP 2003, que son utilizados por el Ministerio de Obras Públicas para ejecutar proyectos viales en el país.

Las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras fueron publicadas por el ministerio de Obras Públicas en el año 2003, el cual contiene tablas y diagramas que ayudan a especificar los elementos geométricos de una carretera como la velocidad de diseño, los radios mínimos de curvatura, los peraltes de las curvas, las distancias de visibilidad para rebasamiento y para frenado, entre otras.

Este manual indica el proceso para determinar elementos de la geometría de vía, las características del terreno y las condiciones de operación de los vehículos, elementos como alineamiento horizontal y vertical, las secciones transversales y las distancias de visibilidad, etc. Todos estos factores son de gran importancia en el diseño de carreteras para que función de manera eficiente y que prevalezcan durante todo su periodo de diseño y no se vuelva obsoleta y cause pérdidas en el país.

3.2.2.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño es la velocidad de seguridad que puede mantenerse a lo largo de una sección de carretera, esta depende de la topografía y el tipo de carretera que se va a diseñar. La velocidad debe seleccionarse para el tramo de carretera más desfavorable, considerando el radio mínimo de curvatura. Cuando ya se ha seleccionado la velocidad de diseño, las características geométricas de la carretera deben seleccionarse a ella, para tener un diseño balanceado.⁽¹⁴⁾

3.2.2.2 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Llamada también velocidad de operación vehicular, se la determina como el cociente entre el espacio recorrido por el vehículo y el tiempo empleado, considerando paradas y retrasos.

La velocidad promedio de circulación para el tráfico es muy importante en el diseño si se elimina las paradas y retrasos, representan la velocidad de circulación del vehículo tipo. La relación entre las velocidades de diseño y de operación depende de la intensidad del tránsito.⁽¹⁴⁾

Para volúmenes bajos de tráfico la AASHTO recomienda utilizar la siguiente ecuación:

$$VC = 0.80 \times Vd + 6.5$$

3.2.2.3 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición. La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva. El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales⁽¹⁴⁾

3.2.2.4 TANGENTES

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa) Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad. Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o por que favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio⁽¹⁴⁾

3.2.2.5 CURVAS CIRCULARES

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas.⁽¹⁴⁾

Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

Grado de curvatura: Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se representa con la letra GC y su fórmula es la siguiente:

$$Gc = \frac{1145.92}{R}$$

Radio de curvatura: Es el radio de la curva circular y se identifica como “R” su fórmula en función del grado de curvatura es:

$$R = \frac{1145.92}{Gc}$$

3.2.2.6 CURVAS CIRCULARES SIMPLES

Es un arco de circunferencia tangente a dos alineamientos rectos de la vía y se define por su radio, que es asignado por el diseñador como mejor convenga a la comodidad de los usuarios de la vía y a la economía de la construcción y el funcionamiento.⁽¹⁴⁾

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PT: Punto en donde termina la curva simple

α : Angulo de deflexión de las tangentes

ΔC : Angulo central de la curva circular

θ : Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

GC: Grado de curvatura de la curva circular

RC: Radio de la curva circular

T: Tangente de la curva circular o subtangente

E: External

M: Ordenada media

C: Cuerda

CL: Cuerda larga

l: Longitud de un arco

lc: Longitud de la curva circular

Longitud de la curva: Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se lo representa como l_c y su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$l_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Tangente de curva o subtangente: Es la distancia entre el PI y el PC o entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra "T" y su fórmula de cálculo es:

$$T = R * \text{Tang} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

External: Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “E” y su fórmula es:

$$E = R \left(\text{Sec} \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

Ordenada media: Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M” y su fórmula de cálculo es:

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

Deflexión en un punto cualquiera de la curva: Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado. Se lo representa como θ y su fórmula es:

$$\theta = \frac{Gc * l}{20}$$

Cuerda: Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C” y su fórmula es:

$$C = 2 * R * \text{Sen} \frac{\theta}{2}$$

Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama **CUERDA LARGA**. Se la representa con las letras “CL” y su fórmula es:

$$Cl = 2 * R * \text{Sen} \frac{\alpha}{2}$$

Angulo de la cuerda: Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva. Su representación es “Ø” y su fórmula para el cálculo es:

$$\phi = \frac{\theta}{2}$$

3.2.2.7 RADIO MÍNIMO DE CURVATURA HORIZONTAL

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

El empleo de curvas con Radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento.⁽¹⁴⁾

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Dónde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada.
- En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos. — En intersecciones entre caminos entre sí.
- En vías urbanas.

A continuación, se incluye un cuadro con valores mínimos recomendables para el radio de la curva horizontal

3.2.2.8 CURVAS DE TRANSICION

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobrecosto. La característica principal es que a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. Tanto la variación de la curvatura como la variación de la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma. Este cambio será función de la longitud de la espiral, siendo más repentino cuando su longitud sea más corta. Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, al favorecer la maniobra de entrada en la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril. (14)

La clotoide o espiral de Euler es la curva más apropiada para efectuar transiciones. Todas las clotoides tienen la misma forma, pero difieren en sí por su longitud

Principales Ventajas Que Ofrecen las Curvas de Transición

Las curvas de transición diseñadas adecuadamente ofrecen al conductor una trayectoria fácil de seguir, de manera que la fuerza centrífuga se incremente y decrezca

gradualmente conforme el vehículo entra en la curva circular y sale de ella. La fuerza centrífuga pasa de un valor cero, en el comienzo de la curva espiral, al valor máximo al final de la misma en una forma gradual. Resulta fácil para un conductor mantenerse en su carril sin disminuir la velocidad.

La longitud de la curva de transición permite un adecuado desarrollo del peralte cumpliéndose aproximadamente la relación velocidad-radio para el vehículo circulante. Si no se intercala una curva de transición, el peralte debe iniciarse en la parte recta y en consecuencia el vehículo tiende a deslizarse hacia la parte interior de la curva, siendo necesaria una maniobra forzada para mantenerlo en su carril cuando el vehículo aún va en la parte recta.

Cuando la sección transversal necesita ser ensanchada a lo largo de una curva circular, la curva de transición también facilita la transición del ancho.⁽¹⁴⁾

Existen tres formas principales de curvas de transición, que son:

La clotoide, radioide a los arcos o espiral de Euler o simplemente espiral, esta curva es la de uso más generalizado en carreteras debido a que su aplicación es relativamente más sencilla.

- La Lemniscata de Bernoulli o radioide a las cuerdas.
- La curva elástica o radioide a las abscisas.
- En la figura 3.5 se ilustra la Curva de Transición.

3.2.2.9 PERALTE

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga "F". Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada(14)

En la figura anterior se indican las fuerzas que actúan sobre un vehículo que entra en una curva peraltada de una carretera.

La fuerza centrífuga que actúa sobre el vehículo en un punto cualquiera de su trayectoria en curva será:

$$F_c = \frac{m \cdot V^2}{R} \rightarrow \frac{P}{g} \left(\frac{v^2}{R} \right)$$

En Donde:

F_c = fuerza centrífuga

P = peso del vehículo en Kg.

V = velocidad de circulación en m/seg

G = aceleración de la gravedad en m/seg²

R = radio de curvatura en m

Para el equilibrio: $F_x=0$

$$P \operatorname{Sen} \alpha + P f \operatorname{Cos} \alpha = \frac{P * V^2}{g * R} * \operatorname{Cos} \alpha$$

Dividiendo para $P \operatorname{Cos} \alpha$, tenemos:

$$\frac{P \operatorname{Sen} \alpha}{P \operatorname{Cos} \alpha} + \frac{P f \operatorname{Cos} \alpha}{P \operatorname{Cos} \alpha} = \frac{P V^2 \operatorname{Cos} \alpha}{P \operatorname{Cos} \alpha g R}$$

Transformando funciones trigonométricas y eliminando términos semejantes tenemos:

$$\operatorname{Tag} \alpha + f = \frac{V^2}{g * R}$$

Despejando tag e igualando (peralte), se tiene:

$$e \approx \operatorname{Tag} \alpha = \frac{V^2}{g * R}$$

$$e + f = \frac{V^2}{3.6^2 * 9.81 R}$$

$$e = -f \frac{V^2}{127 * R}$$

Despejando R tenemos:

$$R = \frac{V^2}{127 (e + f)}$$

De Donde:

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro de ancho de la calzada).

V = Velocidad de diseño, Km/h.

R = Radio de la curva, m.

f = Máximo coeficiente de fricción lateral.

Magnitud del Peralte

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad.

Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral.

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.(14)

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h.

Para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuenta los siguientes criterios para evitar:

- Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, sub.-base, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.
- Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.
- El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja.

Desarrollo del peralte

Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

En Curvas circulares, la longitud de transición del peralte se distribuye 1/3 en la curva y 2/3 en la tangente. En curvas con espirales el peralte se lo desarrolla a todo lo largo de la longitud de la espiral.

Se calcula la longitud “L” de desarrollo del peralte en función de la gradiente de borde “i”, cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño.(14)

$$L_t = \frac{e * a}{2i}$$

L_t = longitud de la transición

e = Valor del peralte.

a = ancho de la calzada.

i = gradiente Longitudinal.

Para encontrar la longitud de Bombeo, podemos establecer la siguiente relación:

$$L_p = \frac{P * a}{2 * i}$$

Dónde:

L_p = longitud del bombeo.

3.2.2.10 LONGITUD MINIMA DE DESARROLLO DE PERALTE

La longitud mínima corresponde a la recorrida por un vehículo a la velocidad de diseño, en los tiempos de dos segundos.(14)

$$L_{min} = 0.56 V$$

3.2.2.11 SOBREALCHO EN LAS CURVAS

El objeto del sobreancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreanchos por las siguientes razones:

- El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.
- La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva.

Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

Para el caso si el vehículo describe una curva, marchando a muy pequeña Velocidad, el sobreancho se podría calcular geoméricamente, ya que su eje posterior es radial.

Lo mismo ocurrirá cuando describiera una curva peraltada a una velocidad tal, de manera que la fuerza centrífuga fuera contrarrestada completamente por la acción del peralte.

En cambio si la velocidad fuera menor o mayor que la anterior, las ruedas traseras se moverían a lo largo de una trayectoria más cerrada o más abierta, respectivamente. Para el cálculo práctico del sobreancho, no se ha tenido en cuenta esta circunstancia, muy variable según las características de los vehículos y la velocidad que desarrollan.(14)

3.2.2.12 ALINEAMIENTO VERTICAL.

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. (14)

3.2.2.13 GRADIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS.

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, en el siguiente cuadro se indican de manera general las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.(14)

La Gradiente y Longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del: 8—10%, La longitud máxima será de: 1.000 m.

10—12%, 500 m. 1

2—14%, 250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1º, 2º y 3º clase).

3.2.2.14 GRADIENTES MÍNIMAS

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.(14)

Longitudes Críticas de Gradientes para el Diseño

El término “longitud crítica de gradiente” se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y, consecuentemente, sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, y viceversa. A fin de poder mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tienen longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados.

Esto es particularmente imperativo en las carreteras que atraviesan la cordillera de los Andes. Los datos de longitud crítica de gradiente se usan en conjunto con otras consideraciones, tales como el volumen de tráfico en relación con la capacidad de la carretera, con el objeto de determinar sitios donde se necesitan carriles adicionales.(14)

3.2.2.15 CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos.

La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Por otro lado, debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hace sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple.(14)

Elementos de las Curvas Verticales

G1, G2 =son la pendientes en porcentajes.

PIV =intersección de las pendientes.

PCV, PTV =puntos de entrada y salida de las curvas, respectivamente.

L =longitud (proyección horizontal).

Cuando la proyección del PIV sobre la horizontal cae sobre la media distancia entre PCV y PTV la curva es simétrica.

3.2.2.16 CURVAS VERTICALES CONVEXAS

La longitud mínima de las curvas verticales convexas se la determina en base de los requerimientos de: distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando a una altura de la vista del conductor de 1,15m y a una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15m, esta longitud la expresamos por la siguiente fórmula:(14)

Cuando $S < L$

$$L = \frac{A * S^2}{426}$$

Siendo

$$K = \frac{S^2}{426}$$

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = Diferencia algebraica de gradiente, en porcentaje.

K = Coeficiente que está en función de la distancia de la visibilidad de parada de un vehículo, expresada en metros.

Cuando $S > L$, puede utilizarse la fórmula anterior sin mayor error.

En el siguiente cuadro indicamos los diferentes valores de K para diferentes velocidades de diseño, para las respectivas clases de carreteras.

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, en metros se expresa por la siguiente fórmula:

$$L_{\text{mín}} = 0.60 \times V_d$$

3.2.2.17 CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS

No existe un criterio único respecto de la longitud para el diseño de esta clase de curvas. Existen cuatro criterios diferentes con el fin de establecerla, que son:

- Distancia de visibilidad nocturna, que es el que más se tiene en cuenta
- Comodidad para conducir y para los usuarios
- Control de drenaje
- Apariencia de la vía.

Es decir que por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.(14)

La longitud de la curva dependiendo del tipo de curva, son expresadas por las siguientes fórmulas.

La longitud de las curvas verticales cóncavas se expresa por la siguiente fórmula:

Cuando $S < L$

$$L = \frac{A * S^2}{3.5 * S + 120}$$

FUENTE: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003 del M.T.O.P.

Siendo:

$$K = \frac{S^2}{3.5 * S + 120}$$

La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

$$L = K * A$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical cóncava, expresada en metros.

A = Diferencia algebraica de gradiente, en porcentaje.

K = Coeficiente que está en función de la distancia de la visibilidad de parada de un vehículo, expresada en metros.

La fórmula anterior se basa en una altura de 60cm. para los faros del vehículo en un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo. Cuando $S > L$, puede utilizarse la fórmula anterior sin mayor error.

En los cuadros siguientes se indica los diferentes valores de K para las velocidades de diseño y clase de carreteras respectivamente.

3.2.2.18 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña.

(14)

El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho de:

- a. Pavimento.
- b. Espaldones.
- c. Taludes interiores.
- d. Cunetas.

Extendiéndose hasta el límite de los taludes exteriores.

En el siguiente cuadro se indican los detalles de las secciones transversales típicas, recomendables y absolutas para cada clase de vía, en el terreno plano, ondulado y montañoso, que se han adoptado en estas normas. En vías con características topográficas de montaña se recomienda colocar la cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y no de la subrasante para esto habrá que necesariamente revestir la cuneta para proteger el pavimento del camino.

3.2.3 UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

El tramo de estudio se encuentra ubicado en la provincia de El Oro, perteneciente al cantón Machala, parroquia la Providencia, partiendo desde el redondel del tren hasta la intersección de la calle 6.

El proyecto de infraestructura vial empieza en las coordenadas UTM las cuales son:

Inicio del proyecto (Redondel del Tren)

- Latitud norte: 9638528,58
- Longitud este: 618199,54

Final del proyecto (Intersección calle 6)

- Latitud norte: 9638191,06
- Longitud este: 618604,98

Los Límites Territoriales de la vía son:

- **NORTE:** 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.
- **SUR:** Empieza en la intersección con la calle Néstor Rosendo Menéndez y la calle 6 Este "Buenavista" y finaliza en la Avd. Pajonal.

- **ESTE:** Lindera con la proyección de la vía del Nuevo Terminal Terrestre.
- **OESTE:** Entre la intersección con la calle Néstor Rosendo Menéndez, subiendo hacia el norte por la calle 6 Este “Buenavista”, continuando por la Avd. Circunvalación Norte, sube por la calle J, calle 3, continua por la calle 1, calle T, calle Q, calle 13 vuelve a la calle T, sigue por la calle 18 y finaliza en la calle X.

3.2.4 IMPACTO Y BENEFICIARIOS

3.2.4.1 Impacto

El desarrollo de este proyecto de infraestructura vial, tendrá un impacto positivo en el tramo de estudio, ubicado en la Avenida ferroviaria desde el redondel del tren hasta la calle 6, puesto que mejorara considerablemente las condiciones de vida de todos los beneficiarios. La nueva infraestructura vial permitirá una circulación vehicular más eficiente, tanto de vehículos particulares como los de transporte público, reduciendo significativamente la congestión vehicular en el sector.

La pavimentación de la vía y la construcción de zonas exclusivas para peatones, provocara un efecto positivo en las personas, ya que garantizara la seguridad de vehículos y peatones, reducirá el riesgo de accidentes viales, además de mejorar la apariencia del sector, dando una buena imagen a la ciudad.

Además del impacto que causara en economía de la ciudad, al reducir los tiempos de recorrido del transporte comercial, fortaleciendo la actividad económica, contribuyendo en el crecimiento económico y social de la ciudad.

3.2.4.2 Beneficiarios

El proyecto de infraestructura vial, beneficiara directamente a los habitantes del tramo de la Avenida Ferroviaria, mismos que representan la cantidad 85.800 habitantes, porque además de recibir una vía urbana en óptimas condiciones, mejorara la circulación vehicular y peatonal del sector, aumentara el valor de sus predios, mejorando la imagen de sus propiedades y estimulando la economía y el desarrollo del sector.

De la misma manera, también se beneficiara indirectamente la población de la ciudad de Machala, así como las personas que harían uso de la infraestructura, garantizando el traslado de los usuarios y los productos mejorando las condiciones de movilidad, seguridad

3.3 PLANOS DE DISEÑO DEFINITIVOS

3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las normativas empleadas en el presente trabajo de titulación, es la AASTHO/93, las especificaciones MTOP-001-F.2002 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES, en cuanto a la señalización, las normas empleadas son las INEN. (Ver Anexos)

3.5 PRESUPUESTO

3.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

3.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Mediante la realización de este proyecto y con las debidas investigaciones bibliográficas realizadas, tanto de revistas científicas, publicaciones, se evidencio que el problema de congestionamiento vehicular es un tema muy importante a tratar, y que desde nuestro país se hace evidente la falta de información que existen con temas de carácter científico.
2. De acuerdo al análisis y diagnóstico de los estudios realizados en la vía, se pudo verificar el grave estado de deterioro en la cual se encuentra la infraestructura vial del tramo en estudio, con un pavimento en malas condiciones, deficiente señalización, lo cual produce congestionamiento vehicular, retrasos, inseguridad vehicular y peatonal y malestar en todos los usuarios.
3. La propuesta planteada fue la apropiada desde el punto de vista técnico y social, para el tipo de tráfico que la vía debe soportar, además de cumplir con las exigencias y normativas técnicas establecidas en el MTOP, aumentara la calidad de vida de sus habitantes y fomentara el desarrollo socioeconómico de los habitantes del sector.

Recomendaciones

1. El problema del congestionamiento vehicular es un tema muy amplio, pero en nuestro país existe poca información para tratarlo, por lo que se deberían

motivar a las futuras generaciones a realizar investigaciones de carácter científico.

2. Para mantener una vía en óptimas condiciones, se deben realizar mantenimientos periódicos, y así prolongar la vida útil de un proyecto, y concientizar a la ciudadanía y los conductores sobre la importancia que tiene la misma.
3. Para complementar una infraestructura vial se debe implementar sistemas de señalización vertical y horizontal adecuados, para que la vía funcione de una manera óptima y segura.
4. para ordenar la circulación vehicular y evitar accidentes de tránsito se recomienda la instalación de señalización vial tanto horizontal como vertical con la finalidad de proporcionar información preventiva, reglamentaria e informativa.

3.7 BIBLIOGRAFIA

1. Ortúzar JDD. ¿ Es posible reducir la congestión ? Is it possible to reduce vehicular congestion ?
2. Thomson I, Bull A. La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. Rev la Cepal. 2002;76(10):109–21.
3. Pedraza LF, Hernández CA, López DA. Control de tráfico vehicular usando ANFIS. Ingeniare Rev Chil Ing. 2012;20(1):79–88.
4. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405005>. 2014;
5. Survey CP. : IBM 2010 Commuter Pain Survey. IBM 2010 Commut Pain Surv. 2010;1–6.
6. Cepal LA, Con C, Talleres N. HACIA LA REDUCCIÓN DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR : 2014;(190):1–7.
7. Reyes S. Transporte y calidad de vida en las ciudades latinoamericanas Sus relaciones con el uso del suelo y la. 1996;XXII:29–44.
8. Medina CA. Núm. 678 2011. 2011;
9. Latina B de D de A. Desarrollo urbano y movilidad en América Latina [Internet]. Fomento CA de, editor. Corporación Andina de Fomento; 2011. 317 p. Available from: www.caf.com/publicaciones
10. Granada Garcés I. El Peaje a la congestión en Londres: su aporte a la movilidad sostenible. (Spanish). London Congest Charg its Contrib to Sustain Mobility [Internet]. 2009;(29):137–47. Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=44459626&lang=es&site=ehost-live>

11. Sánchez MP, Carpio J, Montalvo J, Viteri S. Congestión Vehicular En Quito. 2013;
12. CANTÓN MACHALA PROYECTO : “ GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL. 2013;1–52.
13. Investigaciones C De. Universidad Tecnológica de Panamá Universidad Tecnológica de Panamá Centro de Investigaciones Hidráulicas e Procedimiento para Levantamiento Topográfico. 2006;
14. Ministerio De Obras Publicas. Normas de diseño geometrico de carreteras - 2003. 2003;475.
15. Educaci DEL a. Universidad técnica de ambato. 2013;
16. 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>
17. Olcina E. La tragedia de los accidentes de tráfico. 2007;
18. Calle MCM, Romero CDA, Marcos MP. Accidentes de tráfico, actuación desde la consulta de Atención Primaria. Semer Med Gen / Fam [Internet]. Elsevier; 2009;35(4):179–85. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1138-3593\(09\)70926-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1138-3593(09)70926-8)
19. Cossio MLT, Giesen LF, Araya G, Pérez-Cotapos MLS, Vergara RL, Manca M, et al. No Title No Title. Uma ética para quantos? [Internet]. 2012;XXXIII(2):81–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15003161>
20. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75017164013>. 2010;
21. 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>
22. Villena HM, Almeida CI, Calderón LS, Santos E. Señalización Horizontal y Vertical de una carretera . Caso práctico : Vía perimetral entre los km . 20 y 30 , Guayaquil-Ecuador. :1–6.
23. 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

24. Guzmán LA. Recomendaciones para un diseño integral de vías urbanas – intersecciones a desnivel.
25. Khammar GA, Podine M. Assessment and ranking of traffic management Method for passenger safety in Zabol. 2014;(11):260–6.
26. Uribe S. Manual diseño Vías e Intersecciones Urbanas. Univ los Andes [Internet]. :12. Available from: <http://es.scribd.com/doc/42265032/Manual-diseno-Vias-e-Intersecciones-Urbanas-Colombia-SANMDD>
27. Gonz RQ. Road Inventories and the Road Net Categorization in the Traffic and Transport Engineering Studies. 2011;20(30):65–77.