

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



MAESTRIA EN VIAS TERRESTRES

PROYECTO DE TESIS

TEMA:

**EL DISEÑO GEOMETRICO DE CORREDORES
EXCLUSIVOS DE TRANSPORTE PARA CIUDADES DE
LA SIERRA Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN
DE TIEMPOS DE VIAJE Y COSTOS DE OPERACION**

INTERGRANTE:

Ing. Freddy Larenas Loor _____

Ambato – Enero 2009

Al Consejo de Posgrado de UTA

El Tribunal de Defensa de la Tesis “ **EL DISEÑO GEOMETRICO DE CORREDORES EXCLUSIVOS DE TRANSPORTE PARA CIUDADES DE LA SIERRA Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE Y COSTOS DE OPERACION**”, presentado por el Ing. Freddy Larenas Loor; y conformado por Ing. M.Sc Víctor Hugo Fabara, Ing. M.Sc. Víctor Hugo Paredes, Ing. M.Sc. Israel Alulema, Director de Tesis Ing. M.Sc Ibán Mariño, Director Académico Ing. M.Sc. Ibán Mariño y presidido por el Ing. M.Sc Luis Velásquez, Director del CEPOS-UTA, una vez escuchada la defensa oral y revisada la tesis escrita en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el mismo, remite la presente tesis para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

.....
Ing. M.Sc. Luís Velásquez
Director CEPOS – UTA

.....
Ing. M.Sc. Ibán Mariño
Director Académico Administrativo

.....
Ing. M.Sc. Ibán Mariño.
Director de Tesis

.....
Ing. M.Sc Victor Hugo Fabara
Miembro del Tribunal

.....
Ing. M.Sc Victor Hugo Paredes
Miembro del Tribunal

.....
Ing. M.Sc Israel Alulema
Miembro del Tribunal

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Director de la tesis “EL DISEÑO GEOMETRICO DE CORREDORES EXCLUSIVOS DE TRANSPORTE PARA CIUDADES DE LA SIERRA Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE Y COSTOS DE OPERACION”, trabajo elaborado por el Ing Freddy Larenas loor.

Certifico que la tesis es original del autor, todos los capítulos han sido revisados por mi persona y están de acuerdo a las normas de diseño vigentes en el país.

M.Sc. Ing. Ibán Mariño.

AUTORIA

La responsabilidad del contenido de la Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente al Ing Freddy Germán Larenas Loor y al M.Sc. Ing Ibán Mariño Director de la Tesis de Grado; y el patrimonio intelectual de la misma Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Freddy Larenas Loor

AUTOR

M.Sc. Ing Ibán Mariño

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A Dios el Ingeniero del mundo, a mis queridos padres y hermanos que sin su apoyo no hubiera alcanzado este logro. A mi Tía Marina que desde el cielo se que me cuida como lo hizo cuando estuvo aquí en la tierra. A Alexandra y Karla mis amores y a mis amigos Maestranes Edward, Galo, Marco y Vicente que buen equipo hicimos.

Freddy.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil, a sus autoridades y en especial al Ing. Ibán Mariño Director de la Maestría y el Ing. Vinicio Rodas por su constante ayuda y preocupación, a la Empresa Metropolitana de Obras Públicas por su apoyo con relevancia al Ing José Palacios Ríos, Jefe de la Unidad de Estudios, por toda la ayuda y colaboración en la realización de esta tesis.

INDICE GENERAL

A. PAGINAS PRELIMINARES	paginas
PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	II
AUTORIA	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE GENERAL	VI
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE GRÁFICOS	XII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
B. TEXTO	
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPITULO 1 EL PROBLEMA	1
1.1. Tema	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Contextualización	1
1.2.2. Análisis Crítico.....	3
1.2.3. Prognosis	4
1.2.4. Formulación del problema.....	4
1.2.5.Preguntas Directrices	4
1.2.6. Delimitación.....	5
1.2.6.1. Delimitación Temporal	5
1.2.6.2. Delimitación Espacial	5
1.2.6.3. Delimitación de Contenido	5
1.3. Justificación de la Investigación	6
1.4. Objetivo general y Especifico	7
1.4.1. General	7

1.4.2. Especificos	7
CAPITULO 2 MARCO TEORICO	8
2.1. Antecedentes Investigativos	8
2.1.1.- Análisis de la Experiencia en Latinoamérica.....	9
2.1.1.1.- Adecuación de Sistemas de Corredores Exclusivos.....	9
2.1.1.1.1.- Sistema de Transporte Curitiba	10
2.1.1.1.2.- Sistema de Transporte Bogota	13
2.1.1.1.3.- Sistema de Transporte Quito	17
2.1.1.1.4.- Sistema de Transporte Barrientos – Ciudad Azteca.....	19
2.1.2.1 .- Descripción del manual de Diseño Geométrico MOP 2003 Ecuador.....	20
2.1.2.2.- Descripción del Manual de Diseño Geométrico para Vías Urbanas Colombia.....	33
2.1.2.3.- Descripción del Manual de Diseño Geométrico (Perú).....	44
2.1.2.4.- Descripción del Manual de Diseño Geométrico (México).....	52
2.2. Fundamento Legal	63
2.3. Categorías Fundamentales.....	63
2.4. Hipótesis	64
2.5. Señalización de Variables	64
2.5.1. Variable Independiente	64
2.5.2. Variables Dependientes	64
CAPITULO 3 METODOLOGÍA	65
3.1. Enfoque	65
3.2 Modalidad Básica de Investigación	65
3.3. Nivel de Investigación.....	65
3.4. Población y Muestras.....	66
3.5. Operacionalización de Variables	66
3.6. Recolección de Información	67
3.7 Procesamiento y Análisis	67

CAPITULO 4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	68
4.1. Análisis de Resultados	68
4.1.1. Análisis de Transporte en el Distrito Metropolitano de Quito	68
4.1.1.1. Tipo de Transporte Utilizado	72
4.1.1.2. Oferta del Transporte Público en el Sur de Quito	72
4.1.1.3. Sistemas de Transporte que se Oferta en la Actualidad	73
4.1.2. Análisis de la Demanda de Viajes	74
4.1.3. Valores Ambientales	75
4.1.4. Estudio de Demanda:	76
4.1.5. A,álisis Comparativo de Manuales de Diseño Geométrico	78
4.1.5.1. Velocidad de Diseño	80
4.2.5.2. Tangentes	80
4.2.5.3. Radio Mínimo de Curvatura	80
4.2.5.4. Elementos de la Curva	81
4.2.5.5. Curva de Transición	81
4.2.5.6. Elementos de Curvas de Transición	81
4.2.5.7. Peralte.....	82
4.2.5.8. Sobreechancho	82
4.2.5.9. Distancia de Visibilidad, Parada y Rebasamiento	82
4.2.5.10. Curvas Verticales	83
4.2.6. Determinación de la Norma más Aceptable para las condiciones Urbanas de la Sierra	83
4.3.- Condiciones Físicas del Vehículo Tipo	84
4.4. Costos de Operación	84
4.5. Costos de Diferentes Sistemas construidos	86
4.6. Interpretación de Resultados	87
4.6 .1. Los Cambios Físicos en el Paisaje Urbano	89
4.6 .2 Aumento de la Calidad de Vida.....	89
4.6.3 Tipo de Vehículo a utilizar	89
4.7. Verificación de la Hipótesis	90
CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1. Conclusiones	91

5.2. Recomendaciones.....	92
CAPITULO 6 PROPUESTA.....	93
6.1 Datos informativos	93
6.2 Antecedentes de la Propuesta	93
6.3 Justificación	94
6.4. Objetivo	95
6.4.1. General.	95
6.4.2. Específicos.	95
6.5. Análisis de Factibilidad	96
6.6. Fundamentación	97
6.7. Manual de Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos	97
6.7.1. Planificación del proyecto	98
6.7.2.. El Proceso de Planificación del Transporte Urbano.....	98
6.7.3. Topografía.....	106
6.6.5.4. Velocidad de diseño	108
6.7.5. Alineamiento Horizontal	110
6.7.6. Tangentes	110
6.7.7. Curvas Circulares	111
6.7.8. Radio Mínimo de Curvatura Horizontal a 50 KPM	113
6.7.8.1. Angulo central	115
6.7.8.2. Longitud de la curva	115
6.7.9. Tangente de curva o subtangente:	115
6.7.9.10. External	115
6.7.11. Curvas de Transición	117
6.7.12. Curva de Inflexión o Curva Reversa	117
6.7.13. Serie de Espirales y Clotoides	118
6.7.13.1. Principales Ventajas Que Ofrecen las Curvas de Transición.	119
6.7.14. Elementos Característicos Principales	119
6.7.15. Longitud total de la curva:	121
6.7.16. Cálculo de los Elementos la Curva Espiral.	123
6.7.17. Peralte.....	125
6.7.18. Magnitud del Peralte	127

6.7.19. Desarrollo del Peralte	128
6.7.20. Longitud de Transición.....	130
6.7.21. Sobreebanco en Curvas	131
6.7.22. Valores de Diseño	134
6.7.23. Distribución del sobreebanco.....	134
6.7.24 Criterios generales.....	136
6.7.25. Distancias de Visibilidad	136
6.7.26. Distancia de cruce (Dc). (CE)	137
6.7.27. Alineamiento Vertical	138
6.7.28. Gradientes.....	138
6.7.29. Gradientes Mínimas.....	139
6.7.30. Longitudes Críticas de Gradiente para el Diseño	139
6.7.31. Curvas Verticales	139
6.7.32. Curvas Verticales Convexas.....	140
6.7.33. Curvas Verticales Cóncavas	141
6.7.34. Fórmulas para el cálculo de curvas verticales	143
6.7.35. Criterios Generales para el Alineamiento Vertical	144
6.7.36. Combinación de los Alineamientos Verticales y Horizontales.....	145
6.7.37. Secciones Transversales Típicas.....	146
6.7.38. Intersecciones Viales	153
6.7.39. Elementos de una Intersección Vial.....	154
6.7.40. Pos de intersecciones	154
6.7.41. Principios para el diseño de las intersecciones a nivel	155
6.7.42. Intersecciones a desnivel.....	163
6.7.43. Componente Socio Ambiental	163
6.7.44. Ruido	164
6.7.45. Señalización	165
6.7.46. Drenaje	166
6.8 Metodología	167
6.9 Administración.....	169
6.10. Previsión de la Evaluación	170

MATERIAL DE REFERENCIA

BIBIOGRAFIA	172
-------------------	-----

ANEXOS

Mantenimiento Vehicular

INDICE DE TABLAS

Tabla No.1.1. Ciudades que han adaptado sistemas BTR	2
Tabla No. 1.2 Valores comparativos de TIEMPOS DE VIAJE.....	3
Tabla No. 2.1 Indicadores de calidad del transporte en América Latina:	9
Tabla No 4.1 Vehículos Registrados en Quito	72
Tabla No. 4.2 Crecimiento poblacional VS Vial	76
Tabla No 4.3 Características generales de lo oferta y demanda en el DMQ	78
Tabla No. 4.4 Condiciones Físicas del Bus Tipo	84
Tabla No 4.5 Costos de Operación	85
Tabla No 4.6 Costos de Sistemas BRT en el Mundo	86
Tabla No. 4.7 Tipo de vehículo a Utilizar	89
Tabla No 6.1 Datos de puntos topográficos	108
Tabla No 6.2 Radio Mínimo de Curvatura en función del Peralte “e” y del Coeficiente de fracción Lateral “f”.....	113
Tabla No 6.3 Valores Mínimos Recomendables de Long de una Curva Espiral....	121
Tabla No 6.4 Valores Límites Permisibles de F según el Pavimento.....	126
Tabla No 6.5 Magnitud del Peralte	128
Tabla No 6.6 Gradiente Longitudinal (i) para el Desarrollo del Peralte	130
Tabla No 6.7 El espacio lateral.....	133
Tabla No 6.8 Distancia de rebasamiento	137
Tabla No 6.9 Curvas Verticales Convexas Mínimas	141
Tabla No 6.10 Curvas Verticales Concavas Mínimas	142
Tabla No 6.11 Radios Mínimos para Distribuidores	146
Tabla No. 6.12 Administración	169

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 2.1 Transporte Curitiba	12
Gráfico No. 2.2 Transporte Bogota	16
Gráfico No. 2.3 Transporte Quito	17
Gráfico No. 2.4 Transporte Quito	18
Gráfico No. 2.5 Transporte México DF.....	19
Gráfico No.4.1 Mapa Satelital del DMQ	69
Gráfico No.4.2 Estructura de la Red de Transporte Exclusivo de Quito	70
Gráfico No. 4.3 Relación de utilización de la vía	71
Gráfico No. 4.4 Como Transportar 10000 pasajeros 1 KM.....	73
Gráfico No. 4.5 Carga de Pasajerós que Circulan a hora Pico de la Mañana.....	74
Gráfico No. 4.6 Crecimiento Vehicular DMQ	75
Gráfico No. 4.7 Nivel de Ruido en el centro Histórico de Quito	75
Gráfico No. 4.8 Numero de Desplazamientos Motorizados en el DMQ	77
Gráfico No. 4.9 Relación de Ordenamiento de Transporte publico	88
Gráfico No. 6.1 Trans Santiago	102
Gráfico No. 6.2 Transporte Sydney	103
Gráfico No. 6.3 Trolebus	103
Gráfico No. 6.4 Trolebus	104
Gráfico No. 6.5 Corredor Central Norte	104
Gráfico No. 6.6 Ecovia	105
Gráfico No. 6.7 Trans Milenio	105
Gráfico No. 6.8. Levantamiento Topográfico del Corredor Sur Oriental	107
Gráfico No. 6.9 Relaciones entre Velocidades de Diseño de Circulación	109
Gráfico No. 6.10 Longitud Mínima de Transición.....	111
Gráfico No. 6.11 Giro a velocidades bajas	112
Gráfico No. 6.12. Elementos de la Curva Circular Simple	114
Gráfico No.6.13 Plantilla para Trayectoria de Vehículo Articulado a 5 KPM	116
Gráfico No. 6.14 Curva de Inflexión o Curva Reversa	117
Gráfico No. 6.15 Longitud Mínima del Autor.....	118
Gráfico No. 6.16 Serie de Espirales y Clotoides.....	118

Gráfico No. 6.17 Elementos de Una curva Espiral	122
Gráfico No. 6.18 Estabilidad del vehículo en las curvas	125
Gráfico No. 6.19 Longitud de Transición	131
Gráfico No. 6.20 Esquema para Determinar el Sobreancho de un carril	132
Gráfico No. 6.21 buses articulados	133
Gráfico No. 6.22 Visibilidad de Cruce	138
Gráfico No. 6.23 Curvas asimétricas	143
Gráfico No. 6.24 Curvas simétricas.	144
Gráfico No. 6.25 Corredor Compartido con Plataforma Baja	147
Gráfico No. 6.26 Corredor Exclusivo Lateral plataforma alta	148
Gráfico No. 6.27 Corredor Exclusivo Central Parada Lateral sin Rebasamiento.....	149
Gráfico No. 6.28 Corredor Exclusivo Central Parada Lateral con Rebasamiento ...	150
Gráfico No. 6.29 Corredor Exclusivo Central Parada central sin Rebasamiento	151
Gráfico No. 6.30 Corredor Exclusivo Central Parada central con Rebasamiento .	152
Gráfico No. 6.31 Sección Transversal Curitiba	153
Gráfico No. 6.32 Intersección Corredor Compartido con Plataforma Baja	157
Gráfico No. 6.33 Intersección Corredor Exclusivo Lateral plataforma alta	158
Gráfico No. 6.34 Intersección Corredor Exclusivo Central Parada Lateral sin Rebasamiento	159
Gráfico No. 6.35 Intersección Corredor Exclusivo Central Parada Lateral con Rebasamiento	160
Gráfico No. 6.36 Intersección Corredor Exclusivo Central Parada central sin Rebasamiento	161
Gráfico No. 6.37 Intersección Corredor Exclusivo Central Parada central con Rebasamiento	162
Gráfico No. 6.38 Metodología	168

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

MAESTRIA EN VIAS TERRESTRES

TEMA: EL DISEÑO GEOMETRICO DE CORREDORES EXCLUSIVOS DE TRANSPORTE PARA CIUDADES DE LA SIERRA Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE Y COSTOS DE OPERACION

AUTOR: Ing Freddy Larenas Loor

FECHA: Enero 2009

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como tesis “EL DISEÑO GEOMETRICO DE CORREDORES EXCLUSIVOS DE TRANSPORTE PARA CIUDADES DE LA SIERRA Y SU INCIDENCIA EN LA DISMINUCIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE Y COSTOS DE OPERACION”. Los modelos empleados para elaborar este Tema han sido referidos a los Manuales de Diseño Geométrico de Ecuador, Perú, Colombia y México, se debe considerar que estos manuales han sido desarrollado para el diseño de carreteras y la no existencia de un Manual de Corredores Exclusivos implica retos repetitivos con cada Corredor a implantar, duplicando esfuerzos, tiempo y afectando a la población que cada día tiene que emplear más tiempo de viaje en sus recorridos y ve disminuido sus ingresos por los incrementos de los costos de operación.

La Movilidad Urbana es uno de los temas que cada día toma más trascendencia en la discusión diaria de las ciudades ya que la falta de un incremento de la capacidad vial en relación al incremento vehicular hace que la población se tarde más en el traslado de un lugar a otro de las ciudades.

El incremento agresivo de los vehículos particulares, el subsidio en los combustibles ha hecho atractivo la adquisición de los mismos, pero esto nos trae como consecuencia que la ocupación del espacio público el 80% de las vías sea ocupado por el 20% de la población, mientras que el 80% que no puede adquirir vehículos y ocupan el sistema de transporte urbano que existen en las ciudades solo ocupe el 20% de las vías con lo cual denota procesos de inequidad social.

Adicionalmente el inadecuado manejo de la transportación pública provoca pérdidas de tiempo y peligro a la comunidad al tener que competir entre ellos para poder obtener la caja diaria de cada vehículo, lo que implica congestión y desorden en el tráfico.

Todos estos factores se han repetido en casi todas las ciudades de Latino América y especialmente en ciudades de la Sierra donde la capacidad vial es menor, lo que ha provocado un tendencia a la construcción de Corredores Exclusivos de Transporte, los cuales al constituirse como una sola empresa evita el desorden en el tráfico, reduce los costos de operación y brinda un mejor servicio a la comunidad al disminuir tiempos de viaje.

Los ejemplos latinoamericanos han tenido gran éxito, por lo que en países del primer mundo están considerando el empleo de este tipo de Transporte a los de gran inversión que estaban acostumbrados como son los Metros y Trenes elevados, que siguen siendo útiles para la movilidad normal de estas ciudades se pueden complementar con la aplicación de estos sistemas de menor costo y fácil adaptabilidad a las condiciones urbanas.

INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del hombre, este ha tenido la necesidad de transportarse de un lugar a otro, ya sea por el clima que se presentaba en ciertas temporadas o por el afán de conocer nuevos horizontes. Del proceso evolutivo de conocimiento, el hombre ha desarrollado tecnologías que han originado nuevos problemas y retos ha vencer.

El siguiente trabajo consiste en la elaboración de un Manual de Diseño de Corredores Exclusivos, para la implementación de Sistemas de Transporte público los cuales están brindando una solución a las ciudades, disminuyendo drásticamente los Tiempos de Viaje, Costos de Operación, entre otros, adicionalmente determinan un reordenamiento de las ciudades elevando la calidad de vida de sus pobladores.

En el Capítulo 1 describiremos el problema planteado su análisis, formulación, delimitación y Justificación del proyecto.

En el Capítulo 2 se hará una descripción completa del Marco Teórico, toda la teoría en la que se respalda este estudios en los cuales se hará una revisión de los corredores que se han construido en Latino América, sus logros y debilidades, se revisará los Manuales de Diseño Geométrico de Ecuador, Colombia, Perú y México.

El Capítulo 3 se describirá la Metodología de trabajo que se siguió para adquirir datos los cuales en el Capítulo 4 Análisis e Interpretación de Resultados nos dará las directrices y el dimensionamiento en base a estos resultados obtenidos.

En el Capítulo 5 se analizará los resultados de los estudios en forma de Conclusiones adicionalmente se darán las Recomendaciones para la planificación.

El Capítulo 6, se realizará un repaso de los datos obtenidos para llegar a justificar y ajustar los objetivos que concluirá con el desarrollo de un Manual de Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos para Ciudades de la Sierra, nos permita desarrollar el Manual de Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos.

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

1.1.- TEMA

El Diseño Geométrico de Corredores Exclusivos de Transporte para ciudades de la Sierra y su incidencia en la disminución de Tiempos de Viaje y Costos de Operación

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1.- Contextualización.

La movilidad en todas las ciudades del mundo por el alto número de habitantes que ocupan las vías de transporte terrestre, además de las facilidades para conseguir vehículos propios ha provocado congestiones vehiculares en horas pico las cuales cada día son más largos y apareciendo inclusive en horas que se las consideraba viables.

Los Sistemas de Corredores Exclusivos también llamados BTR han sido utilizados en varias ciudades del mundo por el relativo bajo costo de construcción y rápida implementación en varios países a nivel mundial, los mimos que han adoptado este sistema vial con óptimos resultados de reordenamiento vehicular que las ciudades experimentan, a continuación se presenta un cuadro de los sistemas de Corredores Exclusivos :

Tabla No.1.1. Ciudades que han adaptado sistemas BTR

Región	Ciudades que han implementado BRT o esta diseñado o en construcción
Oceania	Adelaida – Brisbane – Sydney - Perth : Australia Auckland: New Zealand
África	Acora: Gana; Cape Town: Sud Africa; Dakar: Senegal; Dar es Salaam: Tanzania;
Asia	Bangalore- Delhi: India; Beijing – Chengdu – Hangzhou - Shejiazhuang: China; Dhaka: Blangadesh;
Europa	Annecy – Brest – Caen – Maubeuge – Nice – La Rochelle – Toulon: Francia; Cambridge – Coventry – Luton: UK
América Latina	Barranquilla – Bucaramenga – Cali – Cartagena – Medellín – Pereira: Colombia; Quito – Guayaquil – Loja: Ecuador; Guatemala: Guatemala; Lima: Perú, México DF - Puebla: México; Panama: Panama; San Juan: Puerto Rico; San Salvador: El Salvador; San José: Costa Rica
Norte América	Albany – Charlotte – Cleveland – Eugene – Hartford – Louisville – Montgomery Country – Reno – SALT City – San Francisco: USA; Toronto – Vancouver: Canada

Fuente: Bus Rapad Transit

En el País también existen experiencias que han dado buen resultado como son:

En la ciudad de Quito desde el año 1995 se crea el Sistema Trolebús que circula por el eje central de la ciudad, los tiempos de viaje en tramos similares Villa Flora (al sur de la ciudad)– La Y (al Norte de la ciudad) bajaron drásticamente a la implantación del sistema en horas pico ya que se tenía tiempos de viaje promedio de 70 minutos bajaron a 35 minutos con una capacidad superior de transportación de pasajeros que en la actualidad llegan a 220000.

Los costos de operación han bajado por la reducción de vehículos de baja capacidad (840) por un menor número de vehículos (116) de alta capacidad.

En el año 2001 se implanta el sistema Ecovía en el que en su ruta Marín – Río Coca bajo los tiempos promedio en viaje de horas pico de 80 minutos a 40 minutos, en este sistema se implanto adicionalmente nuevos sistemas de semaforización, actualmente esta funcionando el Corredor Central Norte el cual en la ruta Seminario Mayor – La Ofelia bajo los tiempos promedio en viaje de horas pico de 60 minutos a 35 minutos, Existen otros modelos como los implantados en la ciudad de Guayaquil desde hace dos

años y desde hace un año en la ciudad de Loja con buses convencionales pero con las ventajas en tiempos de viaje para los usuarios.

A través de la provisión de derecho de paso exclusivo podrán circular sistemas de transporte rápido que están basados en la entrega en forma expedita y confortable, este concepto incluye sistemas como Metro, Tranvía, Trole, buses de alta capacidad subterráneos y de superficie, los cuales dependerán de la cantidad de viajes diarios que se tenga en la ciudad

Tabla No. 1.2 Valores comparativos de Tiempos de Viaje

Ruta	T V antes de la implementación (minutos)	Número de vehículos retirados	Sistema Implantado	T V luego de implementar el sistema	Número de vehículos que operan
Villa Flora - la Y	70	840	Trolebús	35	113
Marín - Río Coca	80	260	Ecovía	40	42
Seminario Mayor - la Ofelia	80	336	Corredor Central Norte	35	74

Fuente Gerencia Metrobus Q

1.2.2.- Análisis Crítico

La Movilidad en las ciudades del país son cada día más difíciles por el aumento de los vehículos privados y un estado precario de la transportación pública, adicionalmente existe poco respeto por parte de los conductores y peatones por una falta de educación vial, lo que está ocasionando una perdida de tiempos de viaje y el consecutivo aumento de los costos de operación.

La implementación actual del sistema de transporte que responde solo al propietario del vehículo provoca en especial en horas pico que se generen carreras entre estos vehículos los que han producido en más de una ocasión accidentes de tránsito (la guerra del centavo como se lo conoce en ciertos medios).

Uno de los componentes más importantes que afecta la movilidad es que en las ciudades en especial las de la sierra, se desarrollaron alrededor del Centro Histórico que generalmente se construyó con calles angostas y casas altas, adicionando que en estos sitios están funcionando los centros administrativos que son generadores de atracción de viajes.

1.2.3.- Prognosis

La transportación pública es cada vez más deficiente, el incremento de los vehículos privados está provocando congestión en las ciudades del país, lo que ha ocasionado a los usuarios de estos sistemas pérdidas por tiempos de viaje y altos costos de operación.

1.2.4.- Formulación del Problema.

¿Cuál será el Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos de Transporte más adecuado para implementarse en las ciudades de la sierra del país, evitando la pérdida de tiempos de viaje y los altos costos de operación?

1.2.5.- Preguntas Directrices.

¿Cuál será la mejor solución para trasladarse de un lugar a otro en las ciudades de la sierra del País en sistemas públicos de transporte?

¿Existe una solución que globalice diseños viales para el transporte público que pueda ser utilizado en cualquier ciudad de la sierra?

¿Para qué se debe implantar sistemas de transporte público versus los sistemas de transporte privado?

¿Qué podemos hacer para disminuir los tiempos de viaje y costos de operación?

¿Qué podemos hacer para disminuir Impacto Ambiental producidos por la emisión de CO₂?

1.2.6.- Delimitación.

1.2.6.1.- Delimitación Temporal.

El presente estudio se desarrolló en el periodo que comprende desde junio del 2008 hasta enero del 2009

1.2.6.2.- Delimitación Espacial.

Esta investigación comprende la recopilación de experiencias de sistemas exclusivos de transporte de varias ciudades del mundo de las cuales se destaca Bogotá, Quito y México, se tomaron algunas referencias de corredores de Curitiba, Chile, Pereira, adaptando a las necesidades topográficas de las ciudades de la sierra del país, el procesamiento de datos se realizó en la ciudad de Quito.

1.2.6.3.- Delimitación de Contenido.

Esta investigación está enfocada al tema correspondiente a Diseño Geométrico Vial, tomará solo como referencia temas de Transporte Público.

1.3.- JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Este tema trata de solucionar la calidad de vida para la masa social que tiene menores ingresos, ya que en las ciudades del país se tiene una estadística que hasta el 2005 existía solo un 20% de la población que posee su vehículo privado mientras que el 80% viaja en transporte público, con una relación inversa en lo que respecta a la ocupación vehicular en las calles de las ciudades.

La Movilidad en las ciudades está relacionada con la parte social por la pérdida en tiempos de viaje que provoca que una persona pase mucho tiempo viajando dejando de lado a su familia, su descanso y su seguridad, en relación a los costos de operación implica que el estado pierde cada vez que un vehículo tiene que consumir más combustibles, aceites, llantas ya que incrementa los desembolsos por subsidios y el incremento de importaciones.

El sistema es novedoso porque se los puede implantar en todas las ciudades con alta y baja población, la estructura dependerá del ordenamiento y la capacidad de los buses que se vayan a ocupar que dependerá de los viajes diarios en la ciudad.

Se han implementado en el país sin un manual específico en las ciudades que se ha podido investigar siguen utilizando manuales de carreteras y manuales de arquitectura en los cuales no se toma en cuenta los vehículos que circulan por estos corredores, los beneficiarios serán la gran mayoría de los pobladores de las ciudades.

En las ciudades en las cuales han sido implantado este sistema ha producido un impacto positivo por la reducción de emisiones de CO₂ en la atmósfera debido a la reducción y modernización de las unidades de transporte, adicionalmente de la imagen como ciudad aumenta por la mejor ocupación del espacio público tanto para los residentes como para los visitantes.

Esta investigación se desarrollo en el campo por experiencia personal y en consulta bibliográfica por lo que es factible aplicar todos los conocimientos en un manual de diseño.

1.4.- OBJETIVOS.

1.4.1.- Objetivo General.

El Diseño Geométrico de Corredor Exclusivo de Transporte que se pueda ajustar a las necesidades de las de ciudades la sierra.

1.4.2.- Objetivos Específicos.

- Análisis de los Manuales de Diseño Geométrico
- Definir el manual más adaptable a las condiciones urbanas de la sierra
- Establecer condiciones Geométricas
- Definir Secciones Típicas
- Desarrollo del Manual de Diseño Geométrico

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1.- ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

El sistema de Bus de Transporte Rápido se ha venido implementando en varias ciudades del mundo los predecesores de sistema en la historia reside en una variedad de esfuerzos previos para mejorar el transporte para el usuario. La primera ciudad que desarrollo un sistema a gran escala del concepto de corredor exclusivo con tecnología de autobús es el ocurrido en Curitiba (Brasil) en 1974.

Las rutas de alta-ocupación y autobús aparecían en el Estados Unidos en los años sesenta; por ejemplo, en 1963, autobuses expresos que usan el “contra flujo” en el área de Nueva York. Los orígenes del concepto puede remontarse al año 1937 cuando la ciudad de Chicago perfiló los planes para tres sectores de alto flujo en la ciudad las líneas ferroviarias, se desarrollaron los planes para varias otras ciudades en los Estados Unidos: Washington, DC (1955-1959), St. Louis (1959), y Milwaukee (1970)

La construcción real de un corredor exclusivo para buses ocurrió en 1972 con una distancia de 7.5 kilómetro en la línea conocido como “Vía Expresa” en Lima (Perú). Un año después en 1973, los corredores exclusivos eran construidos en Runcorn (Reino Unido) y Los Angeles (EE.UU.).

Existen varios tipos de diseño de corredores como son:

- Corredor compartido lateral con plataforma baja.
- Corredor exclusivo lateral con plataforma baja.
- Corredor exclusivo lateral de plataforma alta.
- Corredor exclusivo central de plataforma alta compartida sin rebasamiento.
- Corredor exclusivo central de plataforma alta compartida con rebasamiento.

- Corredor exclusivo central de plataforma alta por carril sin rebasamiento.
- Corredor exclusivo central de plataforma alta por carril con rebasamiento.

Existen de igual manera varios tipos de servicio de transporte que se los puede clasificar en:

- Busetas
- Convencional
- Alimentador
- Expreso convencional
- Expreso articulado
- Expreso bi articulado

2.1.1.- ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA EN LATINOAMÉRICA.

2.1.1.1.- Adecuación de Sistemas de Corredores Exclusivos

Entre esas experiencias, se hace mención a los casos de Curitiba (Brasil) como esquema pionero y de Bogotá, Quito, México como proyectos recientes y renovadores de la filosofía de organización de las redes de transporte urbano. No obstante, conviene hacer previamente un análisis de las características principales de los sistemas de transporte en las ciudades donde se han realizado las experiencias que analizaremos a continuación.

Tabla No. 2.1 Indicadores de calidad del transporte en América Latina

Indicador	Bogotá	Curitiba	Quito	México
Autobuses/1000 hab.	3.7	0.7	1.0	1.7
Edad del parque (años)	14.0	3.5	9.0	4.0
Velocidad media (Km/h)	10.0	23.0	*20.0	15.0
Longitud rutas (Km/1000 hab.)	5.1	0.8	n/d	0.4
Transporte público (%)	72.0	40.0	75.0	70.0

Fuente: *JICA (1997) y DNP (2002)*

A partir de las experiencias locales con autobuses convencionales compartiendo la vía con los demás vehículos, conociendo los avances logrados por algunas ciudades brasileñas como Curitiba y después de sopesar las necesidades y los recursos disponibles, la mayoría ha optado por la implantación de opciones basadas en el transporte masivo por autobuses de gran capacidad que usan vías o pistas exclusivas y que se integran con servicios locales a través de estaciones especiales (Estaciones Tubo), que les permite ofrecer gran accesibilidad y capacidad, rapidez y regularidad, altas especificaciones, tarifas accesibles a los usuarios, corto plazo de implementación y financiación asequible.

2.1.1.1.1.-Sistema de Transporte de Curitiba (Brasil).

Curitiba (Brasil) tenía medio millón de habitantes en 1970 y los problemas típicos de congestión del tráfico vehicular y acelerado crecimiento de la población provocado por la migración desde el campo. En 1990 su población era de un 1,7 millones y sus características de tipo económico y funcional habían cambiado sustancialmente. Su sistema de transporte masivo por autobuses no sólo es pionero desde el punto de vista de la movilización de viajeros, sino desde la perspectiva de la integración con el uso del suelo a través de la concepción clara y deliberada de un modelo de desarrollo urbano, en el que el transporte por autobuses es sólo la solución adoptada, pues el sistema pudiera haber funcionado igualmente con un tren ligero u otra tecnología, obviamente a costos diferentes.

El esquema tiene sus inicios con el plan de 1966, mediante el cual se estructuró el desarrollo urbano a través de ejes lineales de carácter radial, se limitó y protegió la zona céntrica, se contuvo la expansión horizontal de la ciudad y se creó una zona industrial en un espacio específico y a una distancia apropiada de las zonas residencial y comercial.

En 1969 se plantea la operación de autobuses circulando por vías exclusivas a lo largo de los ejes estructurales enunciados. En cada eje existía una sola línea de autobuses, operada por una única empresa lo cual a la vez que constituía la base de su eficiencia,

suponía un importante problema para los usuarios al obligarlos a realizar varios transbordos y pagos tarifarios en un esquema no integrado.

Curitiba hace una apuesta por el transporte colectivo frente al individual, considerando que el autobús es viable económicamente y conociendo las pautas de crecimiento de la ciudad. El transporte público está íntimamente ligado al plan maestro de desarrollo, de modo que se pueda inducir y apoyar el crecimiento urbano, optimizando las inversiones públicas. El sistema utiliza el concepto de red integrada, permitiendo que los viajeros establezcan su itinerario sobre las diferentes líneas con el pago de una sola tarifa plana.

Las empresas realizan las inversiones en la flota y cubren todos los costos necesarios para la operación y el mantenimiento, mientras que la ciudad realiza las inversiones en la infraestructura: vías exclusivas, estaciones, señalización, terminales, además del diseño y control.

Entre las particularidades que caracterizan la innovación en el ámbito del sistema de transporte, destacan:

- Carril exclusivo en el centro de cada eje estructural y en los dos sentidos para la circulación de los autobuses.
- Líneas expresas, con paradas cada 500 metros, terminales de integración cada 4 kilómetros y velocidades medias de 20km/h.
- Líneas alimentadoras operando con autobuses convencionales para unir los barrios cercanos con los terminales de integración.
- Líneas interbarrios: de carácter circular, con el propósito de eliminar viajes innecesarios en los ejes estructurales.
- Remuneración por kilómetro de operación y no por pasajero. De esta forma se ajustan oportunamente los servicios y la municipalidad se encarga de fiscalizar y premiar o sancionar al operador.
- Estaciones Tubo: implantadas en 1991. Con ellas, se gana en seguridad, comodidad y rapidez en la integración.

- Líneas Expresas. Ofrecen un servicio directo entre terminales de integración. La velocidad es de 32km/h y se ha observado que el 28% de los viajeros eran usuarios nuevos, que habían dejado sus coches.
- Autobuses biarticulados: con cabida para unos 270 pasajeros, funcionan como un tren ligero, dando gran capacidad, seguridad y comodidad. Actualmente funcionan con intervalos de dos minutos y los ensayos han demostrado que pueden funcionar eficientemente con intervalos de un minuto, garantizando así la ampliación de capacidad requerida hasta el año 2010.

El sistema de transporte y las actividades pueden integrarse y apoyarse mutuamente en la búsqueda de respuestas eficientes y sostenibles para todos los ciudadanos. Curitiba ha consolidado un sistema que se renueva y mejora constantemente. Entre los méritos principales se destaca la concepción de red, que permite que el viajero pague una sola tarifa para ir hasta su destino y que lo pueda realizar eficientemente a través de las adecuadas transferencias. Asimismo, gracias al manejo de una caja única, se ha logrado una "*tarifa social*", según la cual los viajes cortos subsidian a los viajes largos, que son realizados por habitantes de menos recursos. Los autobuses biarticulados y las líneas directas están contribuyendo al mejoramiento de la ya alta calidad del servicio, supliendo con creces a tecnologías como el tranvía o el metro ligero y transmitiendo a la población sentimientos de respeto y fe en las instituciones y en las autoridades.

Gráfico No. 2.1 Transporte Curitiba



Fuente Wikipedia

2.1.1.1.2.- Sistema de Transporte de Bogota (Colombia)

La ciudad de Bogotá es la capital de Colombia y el centro urbano más importante de la misma. Su población es superior a los seis millones de habitantes (16% de la población de este país), con una densidad media de 3.800 personas/km² y concentra el 25% del producto interior bruto nacional. Ha tenido un crecimiento demográfico muy acelerado: la población se ha multiplicado por 11 en los últimos 50 años. Sin embargo, las infraestructuras y servicios de transporte público no han acompañado este crecimiento.

El sistema de transporte, junto con la inseguridad, son las dos debilidades estructurales más importantes para lograr la competitividad que la ciudad requiere. Algunos datos pueden ayudar a definir la situación del transporte (JICA, 1997):

- Elevada congestión: velocidad media de 10km/h y duración de 70 minutos/viaje.
- Flota ineficaz: más del 70% de los viajes motorizados se realizan en autobuses de diversos tamaños y características, con una edad media de 14 años, una ocupación de alrededor del 50%, un bajo retorno para los operadores y jornadas laborales de hasta 18 horas diarias.
- Inseguridad: en el año 1998 hubo 1.174 víctimas fatales, además de los innumerables atracos a usuarios y a los conductores.
- Inadecuada operación: había 64 compañías de transporte urbano, operando 629 rutas y compitiendo con otras tantas compañías de carácter suburbano e interurbano.
- Uso inequitativo del espacio vial: 850.000 coches movilizan al 19% de la población, usando el 95% de la red vial, frente a unos 21.000 autobuses que movilizan al 72% de la población.
- Escasas alternativas de transporte: el 22% de los desplazamientos se realizan a pie y menos del 1% en bicicleta.
- Insuficiente mantenimiento vial que obliga a reducir significativamente la velocidad y a aumentar los costos de rehabilitación.

Dado el esquema de afiliación de autobuses a compañías concesionarias de las rutas, cada vehículo opera como una unidad independiente que espera maximizar sus ingresos a partir de tener la máxima cobertura en cuanto a orígenes y destinos, y la mayor accesibilidad (servicio puerta a puerta, con paradas a conveniencia del usuario) Cada compañía intenta, a su vez, maximizar sus ingresos a partir de tener la mayor cantidad de rutas y de vehículos en cada ruta, con lo cual se promueve la que se ha llamado "guerra del centavo" que es la pugna de muchos autobuses a la caza de un viajero.

La estrategia de movilidad se orienta hacia la implementación de un sistema que reduzca el tiempo de viaje de los usuarios y provea un servicio cómodo y eficiente, considerando la estructura urbana, el ambiente y las restricciones presupuestarias. De esta forma, la propuesta contempló entre otros aspectos los siguientes:

- Una apuesta decidida por el transporte público, mediante autobuses articulados en vías exclusivas y conectadas adecuadamente con autobuses convencionales que circulan por rutas denominadas alimentadoras: es el sistema denominado *Transmilenio*.
- Restricción al coche particular mediante varias estrategias como la aplicación de sobretasa al combustible para la financiación del transporte masivo, eliminación del estacionamiento en la vía pública e incremento sustancial de las tarifas de estacionamiento en el centro de la ciudad, prohibición de la circulación del cuarenta por ciento de los coches particulares en las horas punta (pico y placa) e implementación de una jornada sin coche (un día al año)
- Construcción de más de 270 km de carriles para bicicleta, debidamente resguardados, continuos, señalizados y dotados con bahías y elementos para el estacionamiento, así como la conexión con otros medios de transporte como el sistema Transmilenio, con el propósito de ofrecer una alternativa de movilización cotidiana y no solamente de recreación.
- Respeto al peatón, rescatando aquellas sendas, andenes y vías peatonales que habían sido convertidas en estacionamientos permanentes y construyendo y ampliando andenes existentes. Se han homogeneizado sus características y se ha dado

continuidad a los mismos, al tiempo que se ha regulado la disponibilidad de espacios peatonales en los nuevos desarrollos habitacionales y en la construcción de vías urbanas.

- Actividades de planeación, monitoreo y ajuste continuo, además de ejercicios pedagógicos dirigidos al cambio de los hábitos y las actitudes en la población.

El sistema Transmilenio esta basado en la implementación de corredores troncales con carriles para el uso exclusivo de autobuses que prestan servicios combinados de tipo expreso y local, con una capacidad de hasta 45.000 usuarios por hora y sentido, con especificaciones técnicas particulares (capacidad, facilidad de acceso, tecnología de comunicaciones, eficiencia energética, información), los cuales se integran operativamente con rutas alimentadoras que acercan los viajeros desde los barrios hasta las terminales de integración (SDG, 2001).

El sistema está dotado de estaciones cada 500 metros, terminales para la integración con los servicios alimentadores, puentes y plazoletas de acceso peatonal. El control operacional y el sistema de recolección tarifaria están soportados por tecnologías avanzadas como GPS, tarjetas de pago sin contacto y señalización de prioridad en las intersecciones, entre otras. A través de este esquema, la validación se realiza fuera de los vehículos, los ingresos por tarifas van a una caja central que paga a los operadores de acuerdo con los vehículos-kilómetro y el usuario ajusta su itinerario y realiza los transbordos que requiera sin tener que pagar otra tarifa. La infraestructura la aporta el Estado, la operación es realizada por concesionarios privados tanto en las rutas troncales como en las alimentadoras.

Una comparación entre los resultados de antes y después de la implementación de la primera fase, muestra, entre otros, los siguientes impactos (Sandoval e Hidalgo, 2002):

- Una reducción del 75% en los accidentes de tráfico y del 92% en el número de muertes, así como una reducción del 43% en la emisión de SO₂, del 18% de NO₂ y del 12% de partículas en suspensión.
- La velocidad ha aumentado hasta 26,7km/h en las vías exclusivas, permitiendo una reducción del 32% en los tiempos de viaje para todos los usuarios del sistema.
- El sistema es totalmente accesible para los usuarios con discapacidades, ancianos y niños.
- En la primera fase moviliza 650.000 viajeros diarios y se tiene previsto que al finalizar su implementación movilice 5 millones al día.
- El costo del viaje es de, aproximadamente, 40 centavos de dólar y cubre las inversiones en capital, operación y mantenimiento de la flota, el sistema de recaudación, la supervisión y el control, además de la limpieza y mantenimiento de las estaciones.
- La productividad del proyecto es muy alta comparada con el esquema tradicional: 1.772 pasajeros por autobús y por día, seis horas de trabajo por conductor y el reemplazo de cuatro vehículos convencionales por cada uno de los nuevos.

Gráfico No. 2.2

Transporte Bogota



Fuente: Ing Freddy Larenas

2.1.1.1.3.- Sistema de Transporte de Quito (Ecuador)

A mediados de la década de los noventa la ciudad contaba con una población de más de un millón de habitantes y una tasa de motorización baja, con un crecimiento rápido. Pese a su tamaño, sufría congestión crónica, con negativas consecuencias ambientales y sociales: contaminación, accidentes, tarifas altas, pocos servicios nocturnos y de fin de semana, etc. Estos efectos se debían también a la antigüedad del parque de autobuses.

Para resolver el problema de forma integral, se implanta en 1996 una red integrada de transporte, vertebrada en torno a un eje norte-sur, con rutas troncales (88km) y alimentadoras secundarias (188km) Se introducen trolebuses y autobuses articulados de alta capacidad (180 viajeros) en la rutas troncales, que limitan los impactos ambientales especialmente en el centro colonial de la ciudad (Chaparro, 2002).

Estas medidas se complementan con un sistema tarifario integrado y unas estaciones de intercambio con plataforma elevada esto ha mejorado la rapidez y, sobre todo, la regularidad de los servicios. El sistema convive con las 134 líneas anteriores, lo que supone 2.624 autobuses convencionales (70 pasajeros), que están en proceso de estructuración según avance la red integrada. En el año 2001 comenzó la segunda fase con una segunda troncal en el noroeste de la ciudad, con un plan de ampliación, que aspira a integrar en total el 80% de los desplazamientos en transporte público.

Gráfico No. 2.3

Transporte Quito



Fuente: Ing Freddy Larenas

A nivel global y después de la entrada en operación de la segunda troncal, se destacan como principales logros:

- Disminución significativa de costes económicos y medioambientales.
- Disminución de los tiempos de viaje.
- Acceso a los barrios periféricos.
- Accesibilidad para los minusválidos y tarifas preferenciales a estudiantes.
- Mejora de la estética urbana y percepción de orden y respeto al usuario.
- Movilización de 16.000 pasajeros en la hora punta, en el tramo de mayor demanda, 3.200 pasajeros diarios por trolebús articulado y más de 1.500 pasajeros diarios por autobús integrado y respuesta a una demanda diaria de 250.000 viajes.

Este reporte considera solo el Sistema Trolebús, en el año 2000, se implementa el Sistema Ecovía que funciona con 47 unidades en una distancia de 8.3 Km., en el año 2006 se Incorporó el sistema Metrobus Q que funciona con 87 unidades en una distancia de 10.1 Km.

Gráfico No. 2.4

Transporte Quito



Fuente: Ing Freddy Larenas

2.1.1.1.4.– Sistema de Transporte de México D.F. (México)

El Gobierno del Estado de México planea sustituir con autobuses articulados ecológicos una parte importante de los cientos de microbuses, combis, camiones y taxis que transitan por las vías principales de municipios Conurbados con alto índice de movilización como Tultitlán, Coacalco y Ecatepec; para ello, se planea llevar a cabo un corredor metropolitano que circule de la zona de Barrientos, en Tlalnepantla.

Este proyecto consiste en crear un corredor con dos carriles exclusivos para que circulen unos cien autobuses articulados (autobuses con el doble de longitud que uno convencional). La ruta que seguirán es de 32 kilómetros y atravesará las avenidas José López Portillo, Revolución, 1° de Mayo y Carlos Hank González.

Se estima que este corredor metropolitano dará servicio a 350 mil usuarios al día y que tendrá un costo aproximado de 320 millones de dólares, cantidad a la que hay que agregar 7.5 millones de dólares más para adquirir los autobuses, los cuales podrán usar como combustible gas natural o diesel bajo en azufre.

Gráfico No. 2.5 Transporte México DF



Fuente Wikipedia

2.1.2.1 .- Descripción del manual de Diseño Geométrico MOP 2003 (Ecuador)

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.

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.

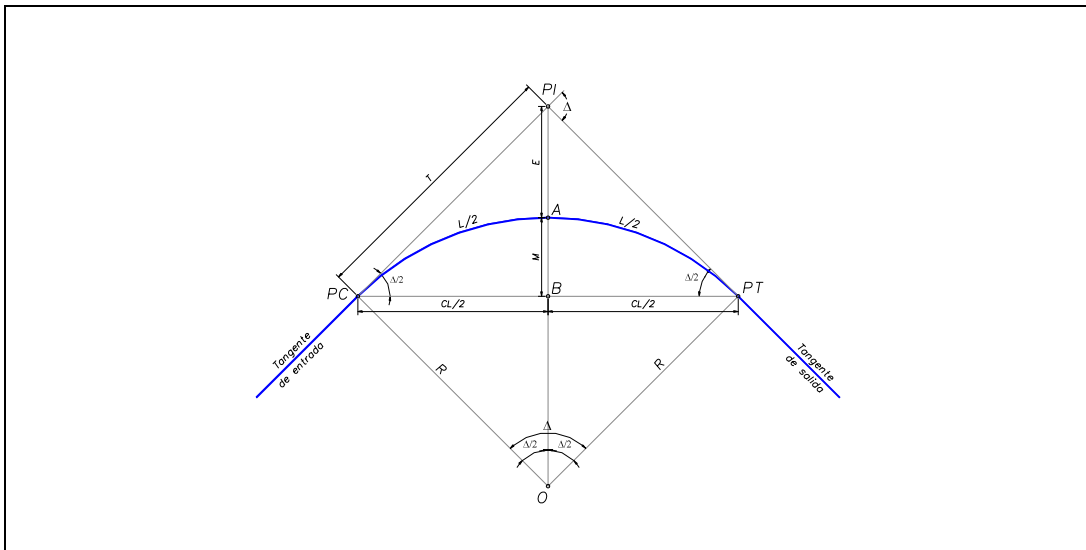
Tangentes

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 conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio.

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.

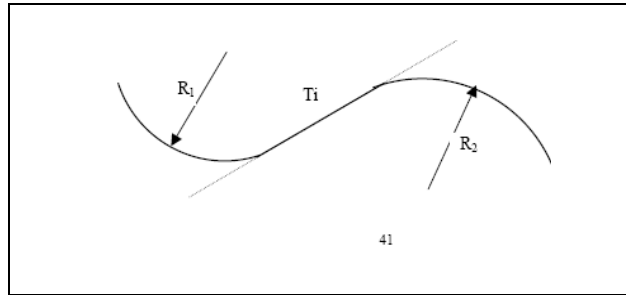


Radio de curvatura	Radio Mínimo	Longitud de la curva
$R = \frac{1145,92}{Gc}$	$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$	$lc = \frac{\pi R \alpha}{180}$
Tangente de curva o subtangente	External	
$T = R * \tan \frac{\alpha}{2}$	$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$	
Ordenada media	Cuerda	
$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$	$C = 2 * R \sin \frac{\theta}{2}$	

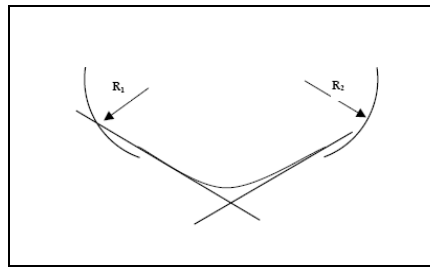
Curvas de Transición

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 sobreeancho. 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

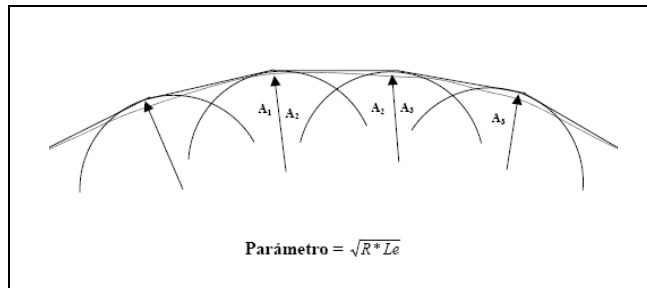
Curvas de Inflexión o Curva Reversa Ti



Ovoide

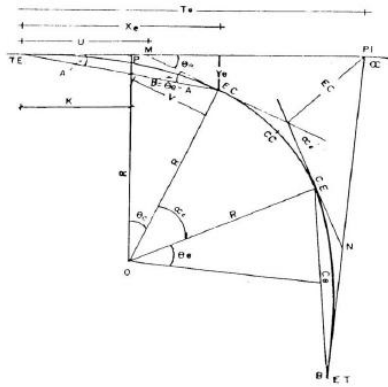


Serie de Espirales o Serie de Clotoides



Curva Espiral

Representa la transición entre dos rectas de distinta dirección. Se compone de dos arcos de espiral con un mismo radio de curvatura y tangente común en el punto de contacto.

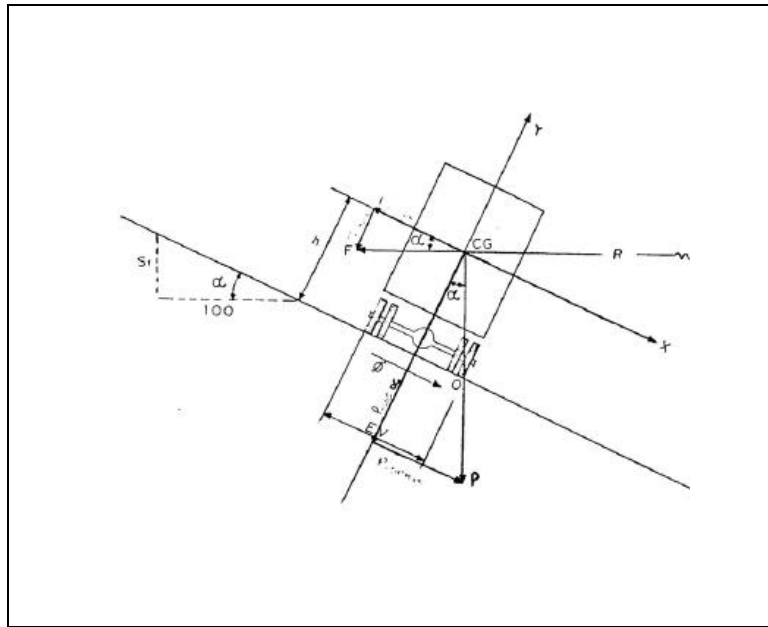


ELEMENTOS DE UNA CURVA CON ESPIRALES

Longitud de la Espiral	Conocidos α , R, L_{e1} (curva asimétrica)	
$L_e = \frac{\pi * R * \alpha}{180}$	$L_{e2} = \frac{\pi * R * \theta_{e2}}{90}$	
Longitud de la espiral	longitud mínima absoluta	
$L_e = 0.0072 \frac{V^3}{RC}$	$L_e = 0.56 V$	
Deflexión de la espiral	Longitud total de la curva	
$\theta_e = \frac{L_e}{2R} \text{radianes}$	$L_t = 2L_e + L_c$	
Parámetro de la Espiral	Radio en cualquier punto de la espiral	
$A = \sqrt{L_e * R}$	$R_e = R * L_e / L$	
Angulo al centro de la espiral	Angulo al centro	
$\delta_e = \frac{L_e}{2R}$	$\theta_e = \frac{180 * \delta_e}{\pi}$	
Angulo de desviación de la tangente y la cuerda larga en TE		
$A_e = \frac{\theta_e}{3} - \theta_e * 8.3 * 10^{-7}$		
Angulo de desviación de la cuerda larga y tangente corta en CE		
$B = \theta_e - A_e$		
Tangente	Angulo	Longitud
$T_e = (R + P * \tan \frac{\alpha}{2}) * K$	$\alpha_e = \alpha - 2 * \theta_e$	$L_e = \pi * R * \frac{\alpha_e}{180}$

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.



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.

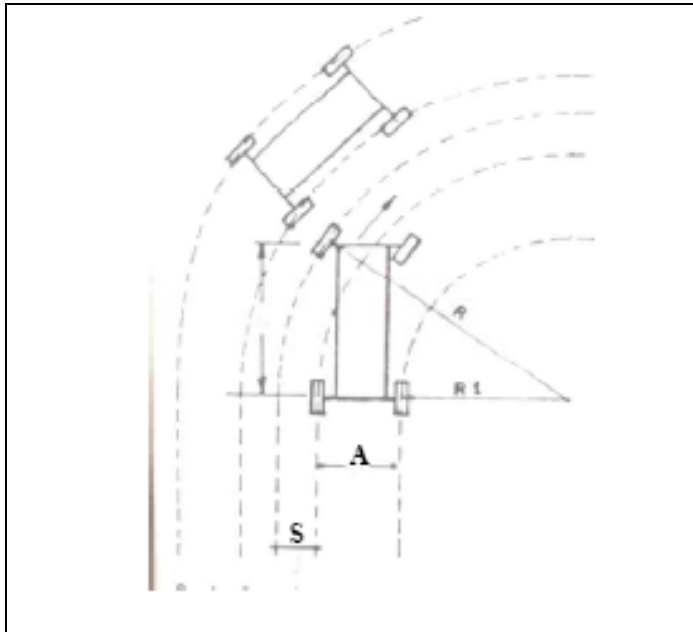
pendiente transversal de la calzada $e = \frac{V^2}{127 R} - f$	sobrelevación $h = e * b$
longitud "L" de desarrollo del peralte $L = \frac{h}{2 * i} = \frac{e * b}{2 * i}$	gradiente de borde $i = \frac{e * b}{2} L$
longitud de la transición del bombeo $S = \frac{b * P}{2}$	Longitud necesaria para realizar el giro $x = \frac{S}{i} = \frac{b * P}{2 * i}$
longitud total de transición $L_T = L * X$	longitud de transición $L_{\min} = 0.56V$
Longitud Tangencial $X = \frac{e * L}{e}$	

Sobreelevación en Curvas

El objeto del Sobreelevación en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito del vehículo con seguridad y comodidad.

a) 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.

b) 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



1.- El ancho del vehículo de diseño

$$U = u + \sqrt{R^2 - L^2}$$

2.- El espacio lateral que necesita cada vehículo

Ancho de Calzada	6.0	6.5	6.7	7.3
Valor C	0.6	0.7	0.75	0.9

3.- El avance del voladizo delantero del vehículo

$$FA = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R$$

4.- El sobrecarga adicional de seguridad

$$Z = \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

ancho requerido

$$S_e = Ac - Ar$$

ancho de la calzada de dos carriles

$$Ac = 2(U + C) + FA + Z$$

Distancia de Visibilidad

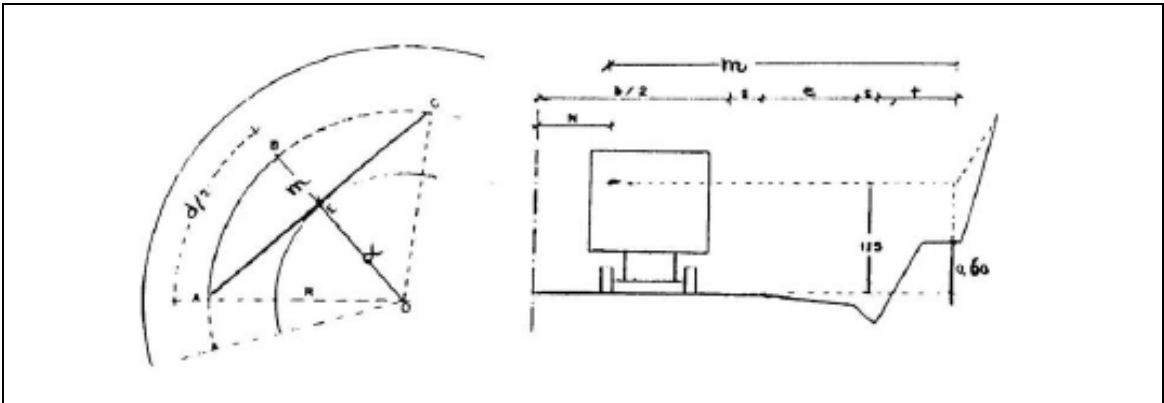
1. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

La mínima distancia de visibilidad la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos.

Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción.

El tiempo total de percepción más reacción hallado como adecuado, se lo considera igual a 2,5 segundos.

La existencia de obstáculos laterales, tales como murallas, taludes en corte, edificios, etc., sobre el borde interno de las curvas, requiere la provisión de una adecuada distancia de visibilidad



Línea de Visibilidad Vertical se recomienda adoptar una altura del objeto u obstáculo igual a 15 centímetros para la medida de esta distancia de visibilidad, como en el caso de las curvas verticales convexas

Línea de Visibilidad Horizontal: la distancia de visibilidad para parada se mide desde una altura de 1,15 metros para el ojo del conductor, hasta una altura de 15 centímetros para el objeto sobre la calzada

Distancia de Visibilidad Lateral

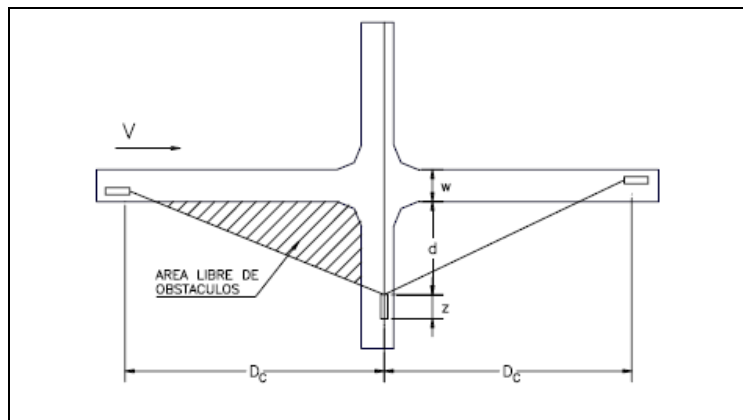
El conductor debe tener la posibilidad de ver con tiempo en la vía a una persona que corra desde la acera hacia la calzada, o en intersecciones, ver al vehículo o tren que se acerca.

Distancia de Visibilidad para el Rebasamiento de un Vehículo

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad

Distancia de cruce (D_c). (CE)

Es la distancia de visibilidad libre de obstáculos que requiere un conductor de un vehículo que está detenido en un cruce de carreteras para atravesar la vía perpendicular a su sentido de circulación



distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción

$$d_1 = 0,7 VC$$

distancia de frenaje

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254f}$$

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Efecto de la Gradiente

$$d = \frac{V_c^2}{254(f \pm G)}$$

$$R = \frac{d^2}{8m}$$

$$m = \frac{b}{2} + g - N + e + c + t$$

m = Distancia visual horizontal en la curva, m.

b/2 = Semiancho de la calzada, m

g = Sobreebancho de la curva, m

N = Distancia del eje de la vía al ojo del conductor, mínimo = 0,80 m

e = Valor del espaldón, m.

C = Ancho generado por la cuneta, m.

t = Ancho generado por el talud medido desde el nivel de la calzada a 1,15 m de altura, m.

Distancia de Visibilidad Lateral

$$d_L = \frac{V_T}{V_V} d$$

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$d_1 = 0.14t_1(2V - 2m + at_1)$$

$$d_2 = 0.28Vt_2$$

$$d_3 = 30 \text{ m a } 90 \text{ m}$$

$$d_4 = 0.18Vt_2$$

$$DC = \frac{V}{3.6} \left(t_r + \sqrt{\frac{d + w + z}{4.9(j + i)}} \right)$$

t_r = Tiempo de percepción - reacción (3seg)

w = Ancho de la calzada en m.

z = Longitud del vehículo en m.

d = Distancia entre línea de parada y bordillo en m

v = Velocidad de proyecto de vía principal en Km/h.

j = Aceleración del vehículo en “g” (para camión 0.06)

i = Pendiente longitudinal de vía de vehículo detenido

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. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales

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.

Curvas Verticales

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 con su eje vertical centrado en el PIV. Las ordenadas de la parábola a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia horizontal a partir del punto de tangencia

Curvas Verticales Convexas

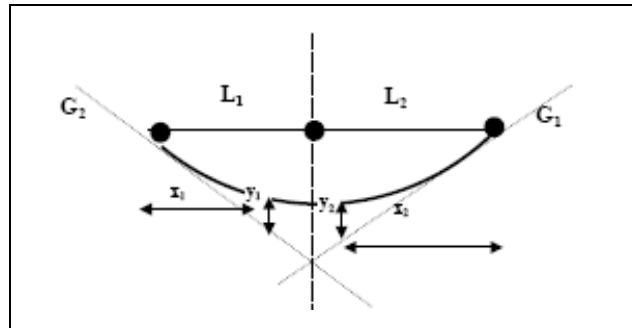
La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada

Curvas Verticales Cóncavas

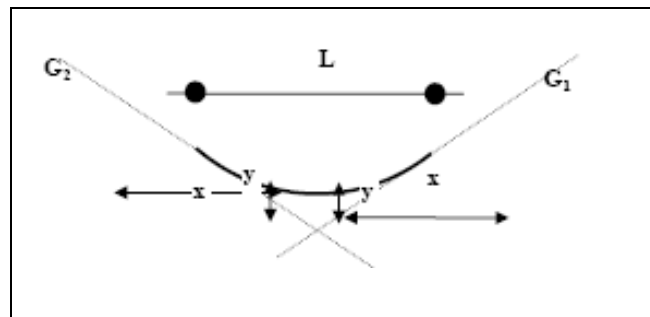
Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un

vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

Curvas asimétricas



Curvas simétricas



$$Y = \left[\frac{2X}{L} \right]^2 * h \quad h = \frac{AL}{800} \quad L = K * A \quad K = S^2 / 426$$

siendo h la ordenada máxima en el punto PIV

longitud mínima absoluta

$$L_{\min} = 0.60V$$

longitud de una curva vertical cóncava

$$L = K A \quad K = s^2 / 122 + 3,5 S$$

$$A = G_2 - G_1$$

$$Y_1 = \frac{A}{L_1 + L_2} * \frac{L_2}{L_1} * \frac{X_1^2}{200} ; \quad Y_2 = \frac{A}{L_1 + L_2} * \frac{L_2}{L_1} * \frac{X_2^2}{200} ; \quad Y = \frac{A}{200L} * X^2 ; \quad H = \frac{AL}{800}$$

Combinación de Alineamientos Verticales y Horizontales

1. Se debe evitar un alineamiento horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas.
2. No deben introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de la cima de curvas verticales convexas pronunciadas
3. Se deben evitar curvas horizontales agudas en o en las inmediaciones del punto más bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas.
4. necesidad de dotarlas de tramos para rebasamiento de vehículos a intervalos frecuentes, prevalece sobre la conveniencia de la composición de los alineamientos horizontal y vertical.
5. Es necesaria la provisión de curvas de grandes radios y gradientes suaves.
6. En el diseño de autopistas rurales deben estudiarse las ventajas de la localización de las dos calzadas de una sola vía en forma independiente, haciendo variar el ancho de la isla central para adaptar las calzadas al terreno en la manera más eficaz.

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.

Ancho de la Sección Transversal Típica

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

2.1.2.2.- Descripción del Manual de Diseño Geométrico para Vías Urbanas (Bogotá – Colombia)

En los últimos años la demanda vial ha crecido por el aumento del número de vehículos automotores, esto ha traído como consecuencia, particularmente en la Ciudad de Bogotá, incrementos en la congestión, demoras, accidentes y problemas ambientales, bastante mayores que los considerados aceptables.

Esta situación plantea la necesidad de diseñar una infraestructura vial que optimice las exigencias presentadas por la circulación vehicular, teniendo como objetivo principal proporcionar un sistema que brinde eficiencia, y sea a su vez seguro , económico y que esté acorde a los recursos disponibles.

De una manera general, las principales etapas asociadas al proceso de planeación son: la identificación de los problemas; identificación del sistema de interés; el establecimiento de metas y objetivos para el sistema; la generación de alternativas para la solución de los problemas identificados; el análisis del comportamiento del sistema, en particular frente a las alternativas consideradas; la evaluación de las alternativas estudiadas (desde el punto de vista técnico, económico y ambiental); La selección de alternativas que atiendan mejor a los objetivos establecidos; la implantación de la alternativa seleccionada y el monitoreo de la evolución del sistema, buscando la identificación de nuevos problemas.

Análisis de una Red Urbana

La geometría de la red, número y ancho de carriles, pendientes de los tramos, longitudes de bahías para giros a la izquierda y derecha, etc. Los Volúmenes vehiculares, velocidades, dispositivos de control en las intersecciones de prioridad, señales de "Pare" o "Ceda el Paso", Velocidades de marcha de recorrido y demoras, tiempo perdido en el arranque, longitudes reales de los vehículos, ocupación vehicular, flujos peatonales, datos sobre condiciones de parqueo.

Estudios para el Trazado

Cubren 5 etapas:

- 1.- en el reconocimiento, que consiste en un examen general del terreno para determinar la ruta o rutas posibles de unión entre los puntos primarios de control que se señalan al Ingeniero de Vías;
- 2.- trazado ante preliminar en donde se adopta la mejor o mejores ubicaciones de la vía;
- 3.- un trazado preliminar que se realiza sobre la ruta escogida con equipo de precisión para el levantamiento topográfico de una zona de terreno en la cual va a proyectarse;
- 4.- El Proyecto como tal que comprende los diseños en planta y en perfil del eje de la vía;
- 5.- La localización que consiste en las labores necesarias para transferir al terreno el eje de la vía determinado en el proyecto.

Clasificación de las Vías en Bogotá

Para efectos de determinar su prelación, dentro del perímetro urbano las vías se clasifican así:

Vía de metro o metro vía; Vía troncal; Férreas; Autopistas; Arterias; Principales; Secundarias; Colectoras, Ordinarias, Locales , Privadas , Ciclo rutas, Peatonales.

La presencia de peatones en las vías y zonas para ellos diseñadas, les otorgarán prelación, excepto sobre vías férreas, autopistas y vías arterias.

Estructura Urbana y Uso del Suelo

Otro aspecto muy importante, es el entendimiento de la estructura urbana de la ciudad: las zonas industriales, las zonas habitacionales y sus características socioeconómicas, los corredores viales, las áreas de expansión y las barreras físicas al sistema de transporte y al desarrollo urbano.

El uso del suelo es una variable importante pero no siempre utilizada en la planeación. Este dato está disponible en Catastro; junto con otra información importante como valor de los inmuebles, nombre del dueño e impuestos pagados y planos de desarrollo urbano que son esenciales para hacer pronósticos y definir políticas de desarrollo del sistema de transporte.

Información de la Oferta de Transporte

La oferta de transporte contempla un medio físico representado por la vía, vehículos y reglas de operación. La principal información referente a la oferta de transporte son las características físicas de la vía:

Longitud, ancho de calzada, número de carriles , calidad del pavimento.

Estos datos son necesarios para la vía primaria y secundaria y también para definir datos de capacidad, velocidad y costos operacionales utilizados en los análisis de transporte.

Transito

Es de suma importancia considerar la necesidad de combinar la planeación de las arterias, la zonificación y el manejo de accesos para asegurar que todas las calles de la ciudad cumplan con su papel asignado.

Las actividades del manejo básico del tránsito incluyen la reducción y eliminación del congestionamiento, mediante la detección y respuesta a los incidentes y accidentes, manteniendo el tránsito en movimiento tan fluido como sea posible, mejorando las condiciones existentes.

Ampliar una sección transversal en puntos específicos claves puede aliviar significativamente el congestionamiento y eliminar los cuellos de botella en las vías principales.

Tiempo de Viaje

El tiempo de viaje es el factor más importante que define la calidad del servicio de transporte. Este tiempo de viaje, normalmente creciente con la distancia, define la estructura y organización de las ciudades y de casi todas las actividades del hombre.

Diseño Geométrico

Las espirales especiales pueden ser simétricas o asimétricas. Existe la ya conocida curva espiral, circular, espiral, la espiral-espiral y otras no muy trabajadas hasta el momento como la curva con delta de diseño igual a 180°, curvas en “S” y en “C”, y curvas en bombillo o con deltas de diseño mayores a 180°.

Espiral Circular Espiral

La ecuación de la tangente de la espiral está en función del delta de diseño, la longitud de la espiral y el Radio.

$$Te = f(\Delta D, L, R)$$

$$\theta_e = \frac{L}{2R}$$

$$D = Y - R \cdot (1 - \cos \phi_e)$$

$$Te = x - (r \cdot \sin \phi_e) + (R + D \tan \Delta/2)$$

Espiral – Espiral

Estas curvas aparecen en el diseño cuándo la longitud de la circular es menor o igual al arco unitario y/o menor o igual a 1 segundo la velocidad de diseño y/o cuándo la delta de diseño es menor de 20° para cualquier velocidad de diseño. Cuándo dos espirales se encuentran, sean simétricas o asimétricas, deben tener el mismo radio.

Espiral en “S” y en “C”

Estas son las curvas que no tiene entre tangencia. La espiral en “S” es muy común mientras la espiral en “C” es mejor remplazarla por una espiral asimétrica. Cuándo no se puede remplazar se debe dejar una longitud de 5 seg. la velocidad de diseño.

Cuándo se hace necesario diseñar una curva en “S” por un cambio brusco de dirección la Norma de Diseño la acepta con la condición de que exista un punto de inflexión.

Cuándo se ha eliminado la posibilidad de hacer 2 curvas separadas por 2N, el diseñador decide eliminar el 2N, se convierte en una curva en “S”.

Espiral para $\Delta > 180$ (En Bombillo)

En este caso se calcula un radio aproximado, suponiendo una parábola cúbica. En el caso en que se dificulte solucionar un problema de diseño de esta manera, será necesario hacer el $\Delta D = 270^\circ$ (que es el caso mas ventajoso), disminuir la longitud de la espiral (Le) ó disminuir la Velocidad de Diseño.

Comúnmente, esta curva es utilizada para las orejas de los puentes en las intersecciones viales. Es práctico calcular en función de la externa porque el diseñador determina el tamaño de la oreja. Si el delta de diseño (ΔD) es mayor de 180° pero mucho menor que 270° , y se pretende diseñar una curva en bombillo nos encontramos con un problema respecto a las normas de diseño y es la relación entre el radio y la longitud de la espiral; el radio sería muy grande y la longitud de la espiral muy pequeña, entonces se verifica el valor del parámetro A para que cumpla con la norma.

Criterios para el Diseño Vertical

La parábola cuadrática o de segundo grado, es la curva ideal que une alineamientos verticales. La longitud de la curva vertical es la proyección horizontal de la curva; En lo posible busque alineamientos largos.

Buscar cambios graduales de pendientes, a mayor longitud, mayor curva; Tener en cuenta la longitud de la espiral. La longitud mínima es la distancia recorrida en 10 seg. La velocidad de diseño. En tramos de acceso, suavizar la pendiente en la cima; En bifurcaciones no se recomiendan pendientes del 4% No es recomendable diseñar longitudes pequeñas, ni entre tangencias pequeñas; Evitar toboganes en recta.

Sean curvas convexas o cóncavas, se trata de hacer la curva lo mas larga posible con el fin de evitar problemas de visibilidad.

Seguridad Vial

La tasa de accidentalidad ha aumentado no solo en el número de accidentes sino también del número de Vehículos implicados, ahora en cuanto a los índices de mortalidad y morbilidad, la variación del número de muertos y heridos es alarmante si se estiman los costos sociales generados.

La iluminación, la señalización, la fijación en del máximo de alcohol en los conductores en un 0,8 gr./l.; la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad en la ciudad y en carreteras; la fijación de los límites de velocidad de 60 kph en vías urbanas, a veces de 40 Kph y de 80 kph en interurbanas; la obligatoriedad del uso del casco para motociclistas; la luz encendida en carretera a cualquier hora del día.

Capacidad y Niveles de Servicio

La capacidad de una vía se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar; y la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial del tránsito y de los dispositivos de control. El diseñador de vías urbanas debe basarse en las demandas de la hora pico y no pico, como ocurre con las carreteras, en el tránsito promedio diario (TPD).

Condiciones del tránsito: Distribución del tráfico en el tiempo y en el espacio y la composición de tipos de vehículos.

Condiciones de control: Son los dispositivos para el control del tránsito, tales como semáforos y señales restrictivas.

Niveles de servicio:

Nivel A: Representa una circulación a flujo libre. (Óptimo)

Nivel B: Flujo estables, aunque se observan otros vehículos integrantes en la circulación.

Nivel C: Flujo estable. La facilidad de maniobra comienza a ser restringida y la velocidad se afecta por otros vehículos.

Nivel D: La velocidad y facilidad de maniobra se ven seriamente restringidas.

Nivel E: El funcionamiento se encuentra cerca del límite de la capacidad. Nivel F: Son condiciones de flujo forzado. (Congestión).

Los factores internos que afectan el nivel de servicio son las variaciones de velocidad, en el volumen, composición del tránsito, porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales. Los factores externos son características físicas como ancho de los carriles, distancia de obstáculos laterales, las pendientes, peraltes, visibilidad, etc.

Intersecciones Viales

A nivel local y más específicamente en una intersección urbana, el problema de tránsito problema se debe analizar de una manera secuencial, la solución como intersección no semaforizada, posteriormente como glorieta, luego como intersección semaforizada y finalmente como intersección a desnivel.

Prima la importancia de los giros; en especial, de los giros a la izquierda, cuya prohibición o resolución es determinante, la velocidad e intensidad de tráfico de las vías

principales y por último las intensidades peatonales que cruzan la intersección y la existencia de itinerarios ciclistas y paradas de transporte colectivo.

Se recomienda que el movimiento principal de cruce en un enlace se resuelva en el nivel inferior ya que de esta manera disminuye el impacto visual y sonoro del tráfico más importante

Elementos de una Intersección Vial

Datos Funcionales: Clasificación, tipo de control de accesos, velocidad, preferencia, etc.

Datos Físicos: Se refiere a la topografía, restricciones existentes, tales usos del suelo, características geológicas geotécnicas, edificaciones, plantaciones, tipos de drenajes, etc.

Datos de Tránsito: Incluye los volúmenes de tránsito, análisis de cada movimiento en la hora pico, la capacidad, vehículo tipo para el que se proyecta la intersección, velocidad en los accesos, el flujo peatonal.

Movimientos Peatonales: Los movimientos peatonales se deben tener presentes ante todo en las intersecciones que hacen parte o son afectadas por la zona de influencia de centros comerciales, hospitales, escuelas, universidades, etc. Se deben tener en cuenta si existen puentes peatonales o zonas como los pasos “cebra”, que faciliten el flujo peatonal.

Tipos de intersecciones

En orden de importancia son: Intersecciones a nivel simples, Intersecciones a nivel con carriles adicionales para cambios de velocidad, Intersecciones canalizadas, Glorietas, Intersecciones a desnivel.

Principios para el diseño y mejoramiento de las intersecciones a nivel

Reducir el número de puntos conflictivos en los movimientos vehiculares, controlar la velocidad relativa de los vehículos tanto de los que entran como de los que salen de la intersección, coordinar el tipo de dispositivos para el control de tránsito a utilizar (como las señales de alto o los semáforos) con el volumen de tránsito que utiliza la intersección, seleccionar el tipo apropiado de intersección de acuerdo con el volumen de tránsito servido.

Los volúmenes bajos pueden ser servidos sin la necesidad de algún tipo de control, mientras que los niveles altos requerirán tratamientos más caros y sofisticados como los carriles exclusivos de giros o la separación de niveles mediante estructuras, separar los carriles exclusivos de giros izquierdos y/o derechos, cuando los volúmenes de tránsito sean altos; Evitar maniobras múltiples y compuestas de convergencia y divergencia. Las convergencias y divergencias múltiples requieren decisiones complejas por parte de los conductores además que crean conflictos adicionales; separar puntos de conflicto adicionales.

Deberán proporcionarse andenes de refugio, cuando los peatones tengan que cruzar calles amplias, que de lo contrario tendrían hacerlo en un solo trayecto.

Intersecciones a desnivel

Su diseño depende de factores como los volúmenes horarios de proyecto, el carácter y la composición del tránsito y la velocidad del proyecto.

En las intersecciones a desnivel, el tráfico de paso circula por calzadas con el mismo nivel de diseño que el tronco de la carretera. Los ramales de un enlace tienen que adaptar su velocidad de salida a las condiciones de las vías de entrada. En el medio urbano, la vía secundaria puede tener características muy estrictas de velocidad y capacidad, por lo que el enlace ha de ser capaz de absorber importantes reducciones de velocidad.

Componente Socio Ambiental

La problemática ambiental ligada al transporte afecta el aire, el agua, los suelos y a la calidad de vida de los habitantes. Desde la perspectiva ambiental, en los últimos años se ha generado a escala nacional e internacional, un incremento en la concientización en la temática ecológica, involucrándose en la concepción de los proyectos y en la fase de estudio en donde anteriormente no se consideraba la componente ambiental.

Ecológicos- Ambientales: Referidos a la eco eficiencia del conjunto, como mínimo en las siguientes tres maneras de abordarlos: 1) mediante el respeto por las condiciones naturales y ambientales preexistentes, cuando ellas lo ameriten 2) compensando las alteraciones inherentes a la realización del proyecto 3) haciendo nuevos y específicos aportes para el mejoramiento ambiental y paisajístico del entorno del proyecto.

Físico - Urbanos: Referidos a la funcionalidad y habitabilidad de los espacios. Por ejemplo, frente al aumento de la movilidad urbana como un objetivo, debe plantearse el rediseño urbano para minimizar la necesidad de movilización innecesaria.

Humanos: Referidos tanto al individuo, como a los diversos grupos, en cuanto a la satisfacción de las necesidades espirituales y anímicas, paralelamente con las necesidades de espacio: físicas y sociales.

Ruido

La rodadura de un vehículo, las explosiones de carburante, las vibraciones producidas por los motores y su mecánica interna constituyen una importante fuente de ruido en las ciudades.

Señalización Dispositivos para el Control del Tránsito

Los dispositivos para el control de tránsito son las señales, semáforos y cualquier otro dispositivo, que la autoridad pública competente coloque sobre o adyacente a las calles y

carreteras, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas, sobre la manera correcta y segura de circulación. Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones o prevenciones que deben tener en cuenta, las limitaciones o restricciones que gobiernan la circulación y las informaciones o guías estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carretera.

Drenaje

El drenaje es el conjunto de obras destinadas a proteger al pavimento de la acción destructiva del agua. El drenaje resulta normalmente más difícil y costoso en las carreteras urbanas debido al mayor daño potencial que pueden producir los volúmenes de agua y la dificultad para instalar sistemas de drenaje superficiales (cunetas) en zonas de cruces de peatones o tramos densamente poblados.

El control de las aguas subterráneas debe hacerse mediante la utilización de filtros y mantos de drenaje que formen parte de la estructura. El control de las aguas superficiales involucra elementos tales como cunetas, bordillos y pendientes longitudinales y transversales.

La pendiente transversal recomendada en calzadas urbanas es del 2%, intentando no superar nunca el 3% y no inferior al 1%. El valor más bajo se trabajará en el caso de tratarse de pavimentos de calidad con una buena sub-base. La ubicación del colector y los sumideros puede mantenerse en el lado interior o exterior de la calzada, según la inclinación del peralte y se debe evitar tapas de sumideros que aumenten la peligrosidad de los conductores tanto de automóvil como de motocicletas.

Una buena guía para carreteras es un máximo del 20 por ciento de inclinación. Las calles no deberán exceder el 12 por ciento (8 por ciento como máximo para accesibilidad a sillas de ruedas).

2.1.2.3.- Descripción del Manual de Diseño Geométrico (Perú)

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. Esta última, a su vez, controla la distancia de visibilidad.

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

Se presenta aquí algunos aspectos fundamentales que habrán de considerarse en el diseño del alineamiento, considerando su fluidez y apariencia general.

El trazado deberá ser más bien una serie de curvas de radios amplios que de extensas tangentes, "quebradas" por curvas de pequeña amplitud circular. Amás de reducir la sensación de monotonía para el conductor, ese patrón de trazado se ajusta mejor a la conformación básica de las líneas naturales, pudiendo reducir los rasgos causados por el terraplén en el paisaje.

Tramos en Tangente

A efectos de la presente Norma, en caso de disponerse el elemento tangente, las longitudes mínima admisible y máxima deseable, en función de la velocidad de proyecto

Curvas Circulares

Elementos de la Curva Circular Elementos de la Curva Circular

Las medidas angulares se expresan en grados sexagesimales.

P.C= Punto de inicio de la curva

P.I.= Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

P.T= Punto de tangencia

E= Distancia a externa (m)

M= Distancia de la ordenada media (m)

R= Longitud del radio de la curva (m)

T= Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

L= Longitud de la curva (m)

L.C= Longitud de la cuerda (m)

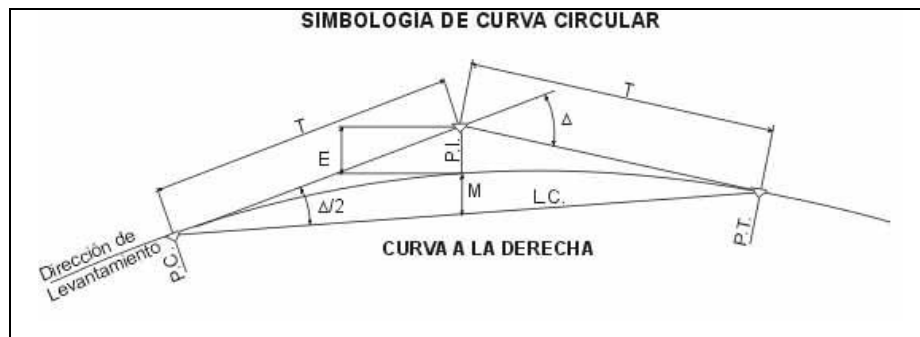
D= Angulo de deflexión ($^{\circ}$)

P= Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)

Sa= Sobreebanco que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)

Radio Mínimos Absolutos

Los radios mínimos que se usarán en las diferentes carreteras serán función de la velocidad directriz y del peralte



Peraltes

Sobre ciertos valores del radio, es posible mantener el bombeo normal de la calzada, resultando una curva que presenta, en una o en todas sus carriles, un contraperalte en relación al sentido de giro de la curva.

1. La pendiente longitudinal es muy baja y la transición de peralte agudizará el problema de drenaje de la calzada.

2. Se desea evitar el escurrimiento de agua hacia el separador central.
3. En zonas de transición donde existen ramales de salida o entrada asociados a una curva amplia de la carretera, se evita el quiebre de la arista común entre ellas.

Transición del Peralte

La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje del giro del peralte.

$$i_{pmax} = 1,8 - 0,01.V$$

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima

$$L_m = \frac{P_f - P_i}{i_{pmax}} * B$$

Sobreancho

Las secciones en curva horizontal, deberán ser provistas del sobreancho necesario para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Los valores de sobreancho calculados podrán ser redondeados, para obtener valores que sean múltiplos de 0,10 metros.

El valor del sobreancho, estará limitado para curvas de radio menor a lo indicado (asociado a $V < 80$ Kph) y se debe aplicar solamente en el borde interior de la calzada.

$$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + V / 10 \sqrt{R}$$

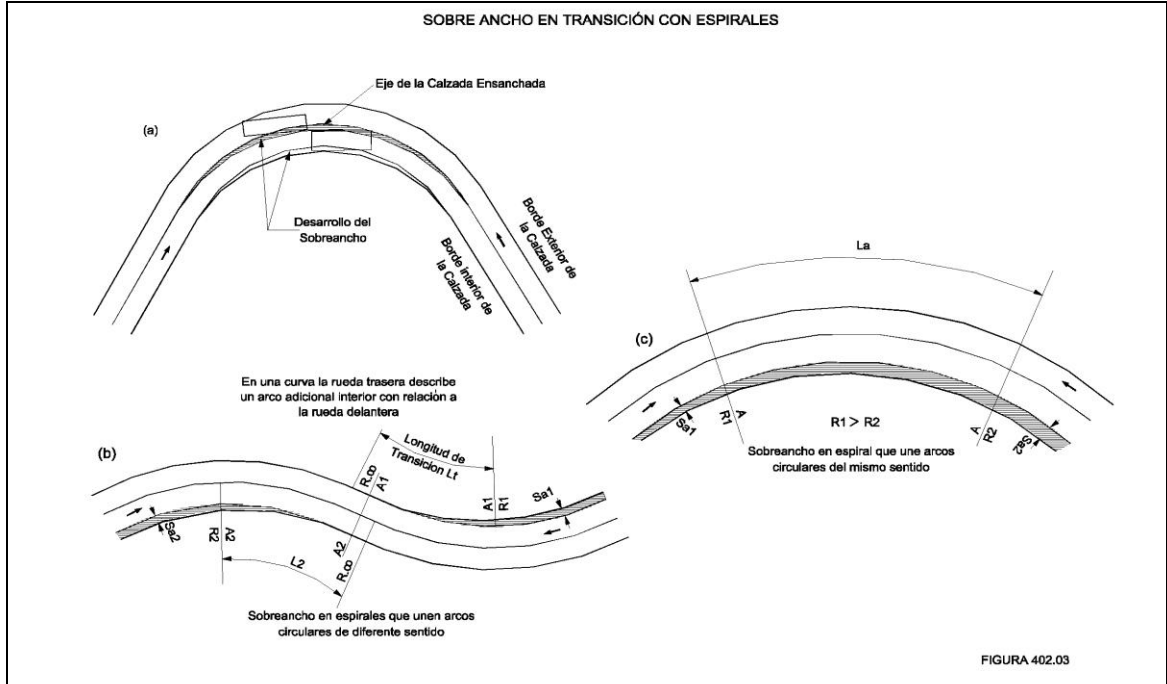
Longitud de transición y desarrollo del Sobreancho

la repartición del sobreancho se hace en forma lineal empleando para ello, la longitud de transición de peralte de esta forma se puede conocer el sobreancho deseado en cualquier punto, usando la siguiente relación matemática.

$$San = \frac{Sa}{L} * Ln$$

La distribución del sobreancho cuando un arco de espiral empalma dos arcos circulares de radio diferente y del mismo sentido. Se debe hacer aplicando la siguiente relación matemática, la cual se obtiene a partir de una distribución lineal; la Figura 402.03 (c), describe los elementos utilizados en el cálculo.

$$San = Sa_1 + (Sa_2 + Sa_1) \frac{Ln}{L}$$



Curvas de Transición

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

Tipo de espiral de transición

Se adoptará en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \cdot L = A_2$$

Elección del Parámetro para una Curva de Transición

El criterio empleado para relacionar el parámetro de una clotoide con la función que ella debe cumplir en una Curva de Transición en carreteras, se basa en el cálculo del desarrollo requerido por la clotoide para distribuir a una tasa uniforme ($J \text{ m/seg}^3$),

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{VR}{46.656 J} \left(\frac{V^2}{R} - 1.27 p \right)}$$

Curvas Compuestas: En general, se evitará el empleo de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una sola curva.

Caso Excepcional: En tal caso y en el caso de usar la policéntrica de tres centros, deberán respetarse las siguientes condiciones:

El radio de una de las curvas no será mayor de 1.5 veces el radio de la otra.

- Para armonizar los valores del peralte y sobreancho de cada una de las curvas vecinas, se empleará una longitud de transición

Curvas Vecinas del mismo sentido

En general se evitará el empleo de curvas del mismo sentido, cuando sean separadas por un tramo en tangente de una longitud menor de 450 m, más o menos.

Cuando dos curvas del mismo sentido se encuentran separadas por una tangente menor o igual a 100 m, deberán reemplazarse por una sola curva, o excepcionalmente, por una curva policéntrica.

Curva y Contracurva (Curva s)

a) Curva "S" con Curva de Transición

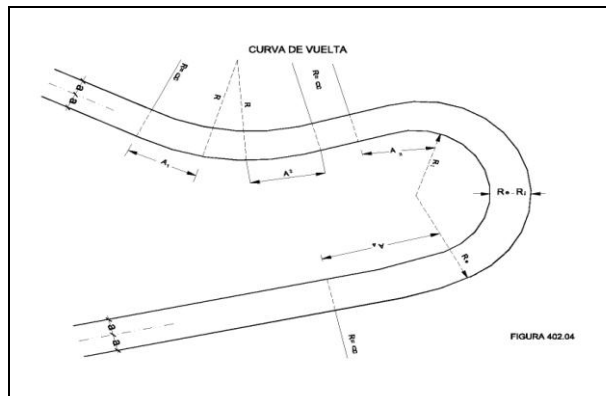
Entre dos curvas de sentido opuesto deberá existir siempre un tramo en tangente lo suficientemente largo como para permitir las longitudes de transición

b) Curva "S" sin Curva de Transición

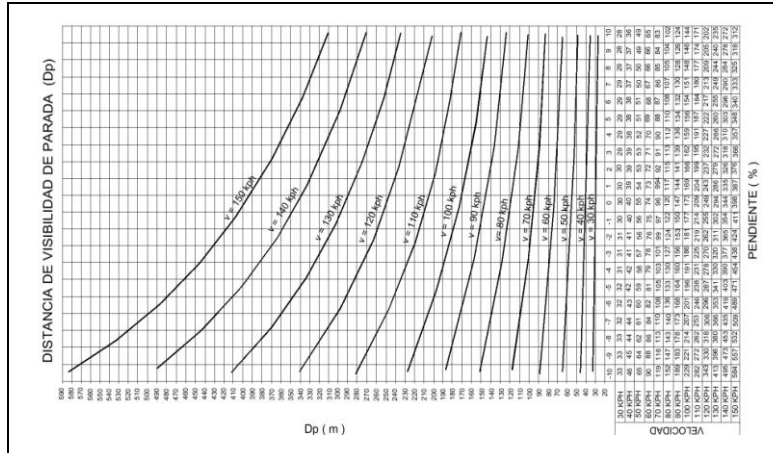
La longitud mínima de tangente entre dos curvas de sentidos inversos será aquella necesaria para permitir la transición del peralte con los límites de incremento

Curvas de Vuelta

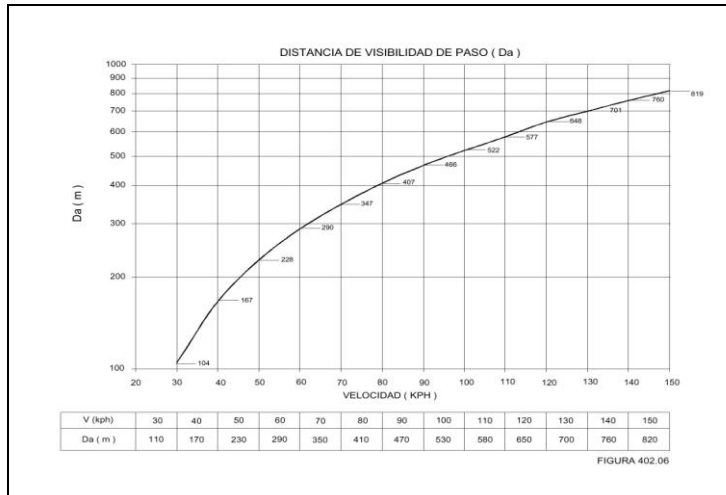
La curva de vuelta propiamente tal quedará definida por dos arcos circulares correspondientes al radio interior " R_i " y exterior " R_e ". Los valores posibles para R_i y R_e . Según los vehículos tipo que se prevean



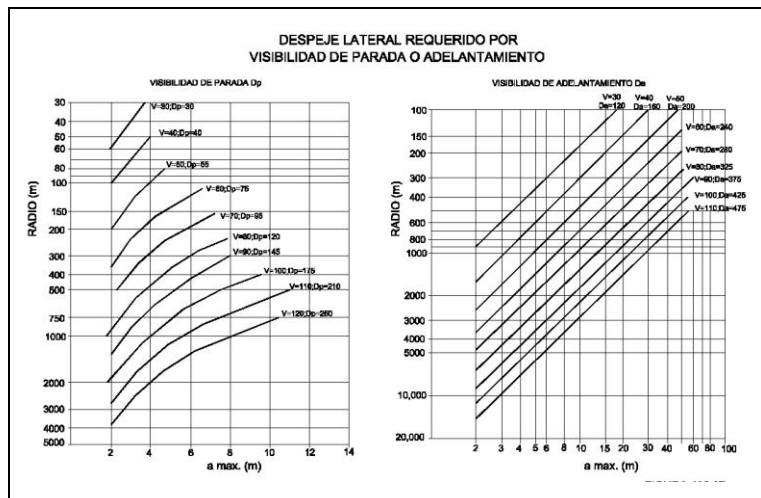
Visibilidad de Parada



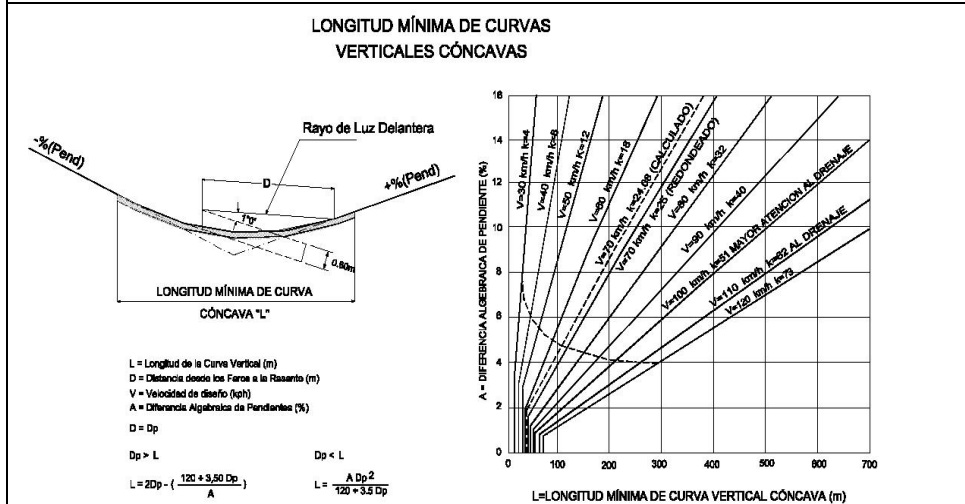
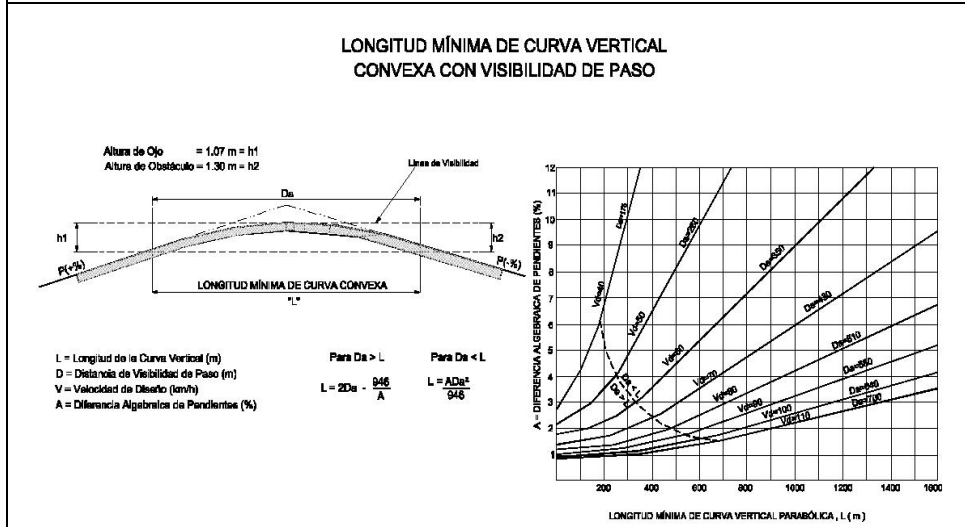
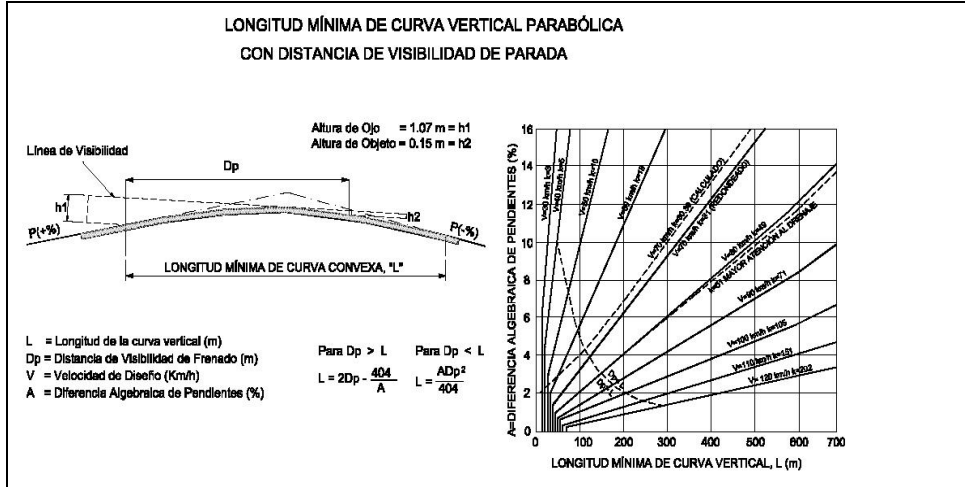
Visibilidad de Paso



Banquetas de Visibilidad



Curvas Verticales



2.1.2.4.- Descripción del Manual de Diseño Geométrico (México)

El principal documento técnico que ha seguido durante muchos años la ingeniería profesional en México para proyectar vías ha sido el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, elaborado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) durante los años setentas y revisado en 1991. Este Manual cubre casi todos los aspectos del proyecto de carreteras en términos de rutas interurbanas y continuará siendo la principal fuente técnica para proyectistas viales en México.

Principios del Diseño de una Red

En las redes urbanas, el factor de la falta de dirección y las características de los enlaces individuales es mucho menos importante que la configuración y funcionamiento similar al de la red como un todo.

Mientras algunos movimientos mayores pueden servir como rutas más o menos directas, la mayoría de los viajes se hacen sobre rutas directas. La variable crítica ejecutada no es la distancia a viajar, sino más bien la velocidad y retraso del viaje.

La Movilidad vs. el Acceso

Las vías urbanas dan servicio con dos propósitos distintos y conflictivos - la función de circulación y la función de acceso local. La función de circulación busca permitir el flujo eficiente del tránsito de paso a través de la vialidad, mientras que la función de acceso trabaja respecto a la entrada y salida de vehículos en las propiedades colindantes a ella, normalmente a velocidades bajas y aproximadamente perpendiculares al sentido de viajar a través de ella, lo que introduce elementos de turbulencia y fricción, lo que reduce la eficiencia del tránsito de paso.

El objetivo del diseño y manejo de la red es minimizar los costos combinados de infraestructura y costos al usuario. Para los costos al usuario, hay una relación inversa

muy fuerte entre la velocidad promedio del viaje y el costo de operación y tiempo. Las velocidades bajas, típicas de las calles locales, tienen un costo más alto por km, mientras que las vías de altas velocidades típicas de acceso limitado, tienen el costo más bajo por km.

En una red clasificada funcionalmente, un viaje sencillo normalmente implica desplazarse por una serie de tramos y enlaces; comenzando en calles locales con una velocidad de viaje es baja, continuando en tramos de acceso restringido y/o velocidades más altas para, finalmente, regresar a calles locales al final del viaje. El hecho de que una porción sustancial del viaje se haga sobre tramos y enlaces primarios, significa que la velocidad de operación y, por consiguiente, el costo de operación resulta significativamente menor de lo que sería si todo el viaje se hiciera sobre vías locales.

Tipos de Clasificación

Existen varias clasificaciones de las vialidades, la más utilizada a nivel urbano considera una combinación de parámetros cuantificables objetivamente, como su ancho de sección, su número de carriles, la presencia o no de camellón, los volúmenes vehiculares que soportan y su función dentro de la estructura vial se clasifica en:

- a) Primarias
- b) Secundarias
- c) Locales
- d) Accesos a colonias

La mayoría de las oficinas gubernamentales estatales de vías usan una clasificación jurisdiccional, en la cual cada vía se encuentra clasificada de acuerdo con el nivel de responsabilidad gubernamental para su mantenimiento. Las cuatro clases principales son: Federal/Troncal, Estatal/ Alimentadora, Federal/Rural y Municipal.

Las Clases en la Jerarquización Funcional

El control principal en una red jerarquizada clasificada funcionalmente, consiste en que cada enlace sea definido en términos de su nivel de funcionalidad. Cada nivel funcional está definido en términos de solución intermedia entre los dos objetivos que compiten, el acceso y la movilidad.

- Calles locales, las cuales tienen un objetivo de tanta importancia como es el de dar acceso a propiedades adyacentes
- Vías secundarias o colectores, las cuales combinan las dos funciones de enlazar las calles locales al sistema arterial y proveen el acceso local a propiedades adyacentes.
- Arterias primarias. La función de las arterias primarias es proveer de viajes a velocidades más altas para el tránsito de paso. En lugares donde se permite el acceso, normalmente se requiere de entradas y salidas bien diseñadas
- Vías subregionales, las cuales proveen enlaces entre el sistema primario y los principales generadores de viajes por un lado y, el sistema regional por el otro. Las intersecciones pueden estar al nivel o al desnivel.
- Vías regionales, las cuales normalmente son el enlace entre una autopista de la ciudad con el sistema nacional de carreteras.

* Acceso Controlado - Se permite el acceso a propiedades adyacentes siempre y cuando todas las entradas y salidas tengan una distancia adecuada de visibilidad, radio de giro, carriles de aceleración o desaceleración.

** Acceso Regulado - El acceso a las propiedades adyacentes puede permitirse si existe una distancia de visibilidad adecuada. Las entradas ciegas no deben ser permitidas.

Normas Para el Proyecto de una Red

Cada propuesta para construir una nueva vía o modificar una existente dentro de un área urbana es, antes que nada, una propuesta para modificar la red vial global; y es al nivel de la red donde debe iniciarse el proceso del proyecto.

Las soluciones tradicionales puntualizan que se prohíbe virar a la izquierda, construir puentes, o construir desviaciones. Esta clase de soluciones, rara vez, si alguna, lograron resultados que perduraran - el efecto por lo general es trasladar el problema a otra parte de la red.

Para nuevas vías o vías modificadas sustancialmente, las primeras preguntas que deben contestarse son "¿Qué clase de intersecciones creará esta vía? y, ¿La incorporación de estas nuevas intersecciones será benéfica o perjudicial para el funcionamiento de la red?". Al evaluar propuestas para cambiar la red, se debe aplicar el siguiente criterio:

- **Integridad.** - Hacer que la vía principal de la red se conecte a todos los centros de actividades principales.
- **Continuidad.** - ¿Hay continuidad a lo largo de cada nivel del sistema? ¿Se conectan los principales enlaces entre sí en forma lógica.
- **Conectabilidad.** - ¿Existen intercambios adecuados entre corredores interceptados al sistema vial principal?, ¿Están permitidos todos los movimientos?. En muchas ciudades, se restringen los giros a la izquierda sobre gran parte de las intersecciones formadas por vías principales porque hay confusión, pero esto es por lo general un error.
- **Consistencia.** - ¿Tienen una demanda uniforme las adaptaciones realizadas a lo largo de las secciones del corredor?, no es consistente el proveer un nivel separado de un intercambio en un punto, y después permitir estacionarse en la calle en las cuadras cercanas.

Elementos Geométricos de Vialidades Urbanas Vehículo de Proyecto

El vehículo de proyecto es un automotor seleccionado con las dimensiones y características operacionales usadas para determinar ciertas características de proyecto para vialidades, tales como ancho de la vía sobre tangentes y curvas, radios de curvatura horizontal y alineamiento vertical.

- En calles locales de áreas puramente residenciales, más del 99 % del tránsito será de automóviles. Volúmenes pequeños de camiones C2 pueden esperarse en la forma de vehículos de entrega de gas y, ocasionalmente camiones C3 pueden entregar mobiliario y aparatos.
- En vías regionales o sub regionales, el 99% de tránsito puede ser de una clase de proyecto menor que T2-S1-R2
- El uso de vías secundarias varía grandemente dependiendo del grado de continuidad ofrecida y su relación con el sistema de vías primarias. Las vías secundarias siempre servirán a una combinación de tránsito local y de paso.

Velocidad del Proyecto

La velocidad de proyecto es la velocidad máxima que se puede mantener en una sección específica de una vía, cuando la configuración del proyecto geométrico de la vía rija.

Algunas características, tales como la curva horizontal y vertical, la elevación y la distancia de visibilidad, se encuentran directamente relacionadas con la velocidad de proyecto.

Distancia de Visibilidad de Parada

La distancia de visibilidad es la longitud visible de la vía para el conductor. La distancia mínima visible disponible en una vía debe ser suficientemente larga para permitirle al

vehículo viajar a la velocidad de proyecto y parar antes de alcanzar un objeto estacionado en su ruta.

La distancia de visibilidad de parada es la suma de dos distancias: la distancia recorrida por el vehículo desde el instante que el conductor ve un objeto necesitando parar aplicando los frenos y, la distancia requerida para detener el vehículo desde el instante que se empiezan a aplicar los frenos; se refiere a una distancia de reacción de los frenos y, la distancia de frenado, respectivamente. Basado en estudios de los hábitos de los conductores, se usa en este Manual un tiempo de reacción de frenos de 2.5 segundos.

Alineamiento vertical Curvas Verticales

Las curvas verticales están proyectadas como parábolas en las cuales el desplazamiento vertical de la tangente varía con el cuadrado de la distancia horizontal del punto de la tangencia y, en el cual la segunda derivativa del perfil vertical es una constante sobre la longitud de la curva. Para medir la visibilidad se considera la altura de los ojos del conductor sobre el pavimento, de 1.07 m. Para medir la distancia de visibilidad de parada, la altura del objeto que debe ver el conductor, es de 0.15 m.

Curvas Verticales en Cresta

La longitud mínima de una curva vertical en cresta L_{min} abajo y los resultados comparados a la distancia de visibilidad de parada d_{vp} . Si la longitud calculada es más grande que d_{vp} , se usa el valor de la ecuación 1. Si el valor es menor que d_{vp} , , excepto el valor de L_{min} nunca debe ser menor que la mitad de la velocidad de proyecto.

$$L_{min} = \frac{A * d_{vp}^2}{100 \left[\left(\frac{h_1}{1.07} \right)^2 + \left(\frac{h_2}{0.15} \right)^2 \right]}$$

Curvas Verticales en Columpio

El criterio principal para proyectar curvas verticales en columpio es el siguiente: la longitud de la vía iluminada por las luces delanteras de un vehículo en la noche no debe ser menor a la distancia de visibilidad de parada para la velocidad de proyecto. Como era el caso en las curvas verticales en cresta, hay dos fórmulas dependiendo de si el valor calculado de L_{min} es más grande o menor que d_{vp}

$$= \frac{A * d_{vp}^2}{404}$$

Si : $d_{vp} > L_{min}$, entonces

$$L_{min} = 2 * d_{vp} - \frac{200 \left(h_1^{0.5} + h_2^{0.5} \right)^2}{A} = 2 d_{vp} - (404 / A)$$

Caso 1: $d_{vp} < L_{min}$

$$L_{min} = \frac{A d_{vp}^2}{120 + 3.5 d_{vp}}$$

Caso 2: $d_{vp} > L_{min}$

$$L_{min} = 2 d_{vp} - \frac{120 + 3.5 d_{vp}}{A}$$

Secciones Transversales

Existen tres tipos básicos de secciones transversales¹ y como se describen a continuación.

Sección Sencilla

Una sección sencilla consiste en un arroyo de uno o dos sentidos de circulación, con acotamientos o banquetas a cada lado. El ancho del arroyo de circulación puede variar en el rango de 5 m a 40 m. Las ventajas de una sección sencilla en comparación con las otras son:

- Para un determinado número de carriles es la más angosta y por eso requiere menos derecho de vía
- Es la más manejable para el diseño de intersecciones.
- Permite a los vehículos distribuirse libremente entre todos los carriles de circulación y así aprovechar toda la capacidad potencial de la vía.
- En el caso de tramos de doble sentido y con flujos relativamente bajos, esta sección permite el acceso directo a las propiedades, no son necesarios los retornos en U.

Sección Separada

Una sección separada consiste en dos arroyos de circulación de sentido único, separado por una camellón central y banquetas o acotamientos a los dos lados. Las ventajas son:

- En el caso de tramos de alta velocidad de marcha (promedio de 50 km/h o más) un camellón central suficientemente ancho o con una barrera central,
- Un camellón central da la posibilidad de construir carriles para retornos en U y vueltas a la izquierda protegidos

Las desventajas de una sección separada son:

- Una sección separada puede requerir de un derecho de vía más amplio
- Por restringir las entradas a la izquierda desde las propiedades colindantes y las vías transversales, estas vueltas se transforman en retornos en U,
- Los factores que influyen en la elección de una sección sencilla o separada incluyen:
- Si el derecho de vía disponible es suficientemente
- El tipo de acceso permitido a las propiedades colindantes y posibles conflictos entre el tránsito de frente
- Si es necesario o no proporcionar carriles protegidos para vueltas a la izquierda y/o retornos

Sección Compuesta

Consiste en un corredor central bordeado por camellones laterales que lo separen de los arroyos laterales. El corredor central puede ser un arroyo de doble sentido, o dos cuerpos de sentido único separados por un camellón central

- Urbanistas europeos en el siglo diecinueve las promovieron como una herramienta para dar paso a los altos volúmenes de tránsito de tracción humana, animal y embellecer la ciudades con los árboles y los jardines sembrados en los camellones centrales y laterales.
- Otro motivo para la construcción de secciones compuestas es el de separar el tránsito local o lento del tránsito rápido o de paso.
- Un tercer motivo para elegir una sección compuesta, es el de complementar con carriles laterales de acceso local a una carretera cuya construcción anticipó el desarrollo urbano de los terrenos colindantes.
- desventajas potenciales
- En un crucero a nivel, la introducción de cuerpos laterales complica la operación por añadir movimientos conflictivos y así crear nuevos focos de conflicto, alargar el tamaño de la intersección.

Normalmente, las entradas y salidas del corredor central se realizan a través de aperturas en camellones laterales mal diseñados, lo que crea condiciones de alto riesgo y baja capacidad.

Sección de Perfil Vertical Continuo y Discontinuo

En el diseño de caminos abiertos y, afortunadamente, de algunas vialidades urbanas, una práctica común para disminuir el costo de los terraplenes es mejorar el drenaje del cuerpo central y/o disminuir el impacto ambiental para desarrollar los dos cuerpos de la

vialidad con perfiles verticales independientes, lo que resulta en una sección transversal con perfil vertical discontinuo

Por las desventajas antes citadas, es importante que todas las vialidades en zonas urbanas y suburbanas conserven secciones continuas, mismas que no existían en el momento de su construcción inicial ya que ninguna vialidad transversal demandaba retornos. La única excepción a esta regla sería en los tramos en que, debido a las fuertes pendientes verticales o a disposiciones jurídicas que específicamente lo prohíban, no existe ninguna perspectiva de desarrollo de vialidades transversales o cualquiera otra generadora de viajes vehiculares a lo largo del tramo en el futuro.

Elementos de Diseño

Los valores deseables deben de regir en todo proyecto de vialidades nuevas.

En el caso de mejoramiento de vialidades existentes en zonas urbanas, muchas veces no es posible conseguir el derecho de vía que sería indicado por los valores deseables y, por tanto, habrá que diseñar el proyecto de los valores mínimos.

Ancho de Arroyos y Carriles

El ancho mínimo de un carril de circulación es de 3.2 m y el deseable es de 3.5 m para todos los movimientos direccionales. El ancho mínimo de carriles de estacionamiento es de 3.2 m, sin embargo, siempre que sea posible debe de proporcionarse un ancho igual a un carril de circulación por la probabilidad de que en el futuro se convierta en un carril de circulación.

El ancho mínimo de un arroyo de sentido único es de 5.0 m ya que, al igual que el estacionamiento prohibido, siempre habrá ocasiones en que un vehículo quede descompuesto o temporalmente parado en el arroyo por cualquier otro motivo. El ancho deseable sería 7.0 m por las mismas razones citadas anteriormente. El ancho mínimo de

un arroyo de sentido único con un carril de circulación y uno de estacionamiento, es de 6.4 m pero el deseable es de 7.0 m. Con estacionamiento en los dos lados, el ancho se incrementa para 9.6 m mínimo y 10.5 deseable.

El ancho de un arroyo de doble sentido y sin estacionamiento puede ser, en casos extremos, tan reducido como 6.4 m, siempre y cuando ya exista en la ciudad un programa eficaz de vigilancia.

Ancho de Camellones

El ancho requerido para un camellón central depende de sus funciones:

- Si pretende crearse aperturas para retornos en U y, los volúmenes de tránsito en la dirección opuesta fueran no muy altos (no mas que 300 vehículos / hora) se puede considerar como una opción mínima un ancho que permita el retorno entre el carril interior y el exterior del sentido opuesto.
- En el caso de la construcción de una nueva vialidad en áreas de la periferia urbana, o en el caso de volúmenes en el sentido contrario, se debe de proporcionar un ancho suficiente para que el vehículo de proyecto realice completamente su retorno del carril interior al carril interior del sentido contrario.
- Si se prohíben los retornos en U, pero se requieren carriles protegidos para las vueltas a la izquierda, el ancho debe de ser suficiente para acomodar un carril de 3.2 m y una faja separadora de no menos de 0.5 m (mínimo) o 0.8 m (deseable).
- Si se prohíben tanto las vueltas a la izquierda como los retornos en U, el ancho mínimo sería de 0.5 m y de 1.0 m, deseable

Pendientes Transversales

Además de la sobre elevación requerida para mantener la estabilidad del vehículo, se requiere también una pendiente transversal mínima para garantizar el drenaje de las aguas pluviales del pavimento. Esta pendiente mínima de bombeo depende en la superficie de rodamiento

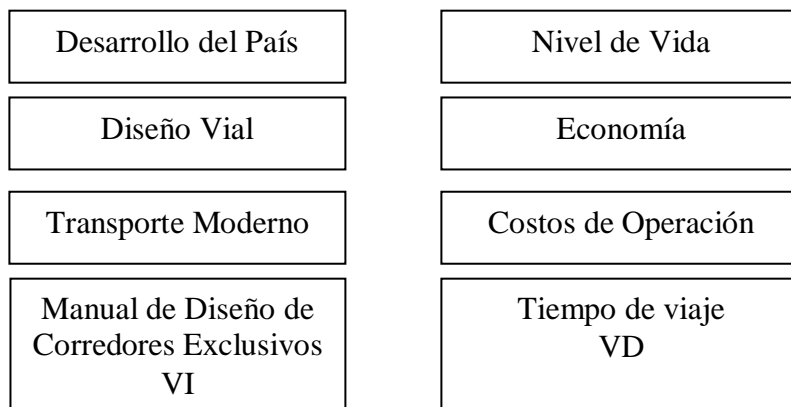
Galibo Vertical

El galíbo vertical entre la superficie de rodamiento y un obstáculo superior, sea una señal o un puente, es de 5.0 m (mínimo) en proyectos de mejoramiento y, de 5.5 m (deseable) para todo proyecto de vialidad nueva.

2.2.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

En el País se utiliza las Normas de Diseño Geométrico MOP de 1978 que están vigentes, se esta preparando las Normas del 2003 que todavía esta en estudio, adicionalmente existe en el Distrito Metropolitano de Quito las Normas de Arquitectura y Urbanismo.

2.3.- CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.4.- HIPÓTESIS.

La elaboración de Manual de Diseño Geométrico y Ordenamiento del Transporte en Corredores Exclusivos en ciudades de la sierra es la mejor solución para disminuir tiempos de viaje y costos de operación.

2.5.- SEÑALIZACIÓN DE VARIABLES.

2.5.1.- Variable Independiente

Elaboración del Manual de Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos

2.5.2.- Variables Dependientes

Disminución de tiempos de viaje y costos de operación.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1.- ENFOQUE.

Esta investigación está enfocada a la realización del Diseño Geométrico de Corredores exclusivos que nos permita reproducir los conceptos establecidos en cualquier ciudad de la sierra, la investigación está basada en los manuales de diseño geométrico que existen en diversos países para adoptar los mejores conceptos a un diseño de corredores exclusivos de transporte.

3.2.- MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN.

Bibliográfica ya que se basará en los Manuales de Diseño Geométrico de Ecuador – Colombia – Perú y México

Documental por que basaremos los conceptos en las experiencias de países en donde se han aplicado esta metodología de solución de transporte, como son Curitiba y Sidney

3.3.- NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Exploratorio, en relación a los datos que se ha obtenido de otras ciudades observando y midiendo en especial las características físicas de los buses que prestan este servicio.

Descriptivo, ya que se describirá las soluciones y los logros obtenidos en experiencias similares en nuestro y otros países del mundo

Explicativo, por que existen términos que no se maneja en nuestro medio y que son importantes para la elaboración del manual

3.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA.

Población, datos encontrados de cada uno de los sistemas exclusivos del Distrito Metropolitano de Quito, siendo los cuales servirán de base para el desarrollo del Manual de Diseño Geométrico.

Muestra, en el Distrito Metropolitano de Quito se ha realizado encuestas de Origen y Destino las cuales han servido de base para la elaboración del Plan Maestro de Movilidad en la cual se sustenta.

3.5.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente: Manual de Diseño Geométrico de Corredores Exclusivos.

Conceptualización	Categorización	Pregunta	Vía	Herramienta
Manual de Diseño Geométrico	Tipo de Transporte	¿Qué tipo de Transporte debe circular en la ciudad?	Análisis de número de viajes diarios	Registro Histórico
	Usuarios	¿Qué tipo de transporte requiere el usuario?	Análisis de demanda	Registro Histórico

Variable Dependiente: Tiempos de Viaje.

Conceptualización	Categorización	Pregunta	Vía	Herramienta
Tiempos de viaje	Tiempo de viajes diarios	¿Cuánto tiempo pasa en un bus?	Comparación de Tiempos ex pos	Registro Histórico
	Costo diario	¿Cuánto gasta en transportarse?	Análisis de costos	Registro Histórico

Variable Dependiente: Costos de Operación.

Conceptualización	Categorización	Pregunta	Vía	Herramienta
Costo de Operación	Tiempo de Operación del Vehículo	¿Cuánto tiempo operó el motor del vehículo?	Comparación de Tiempos ex pos	Registro Histórico
	Mantenimiento	¿Cuánto ahorro en mantenimiento?	Análisis de costos	Registro Histórico

3.6.- RECOLECCIÓN E INFORMACIÓN

La recolección de información será bibliográfica del Registro Histórico base para el Plan Maestro de Transporte del Distrito Metropolitano de Quito para determinar el ahorro en tiempo de viaje y el tipo de unidad necesaria adicionando costos de mantenimiento antes y después, en rutas que han sido reemplazadas por corredores exclusivos (estos datos serán recolectados do los archivos históricos del Municipio de Quito)

3.7.- PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

Los datos recolectados de los archivos históricos del Ilustre Municipio de Quito, en lo que respecta a encuestas Origen – Destino, vehículos necesarios para el sistema, y relación de costos de mantenimiento, todos estos datos se analizarán para generar la justificación del sistema. Al concluir el trabajo de investigación se procederá a elaborar la respectiva propuesta, la misma que consistirá en el Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos para ciudades d la sierra.

CAPITULO 4

ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.- ANALISIS DE RESULTADOS

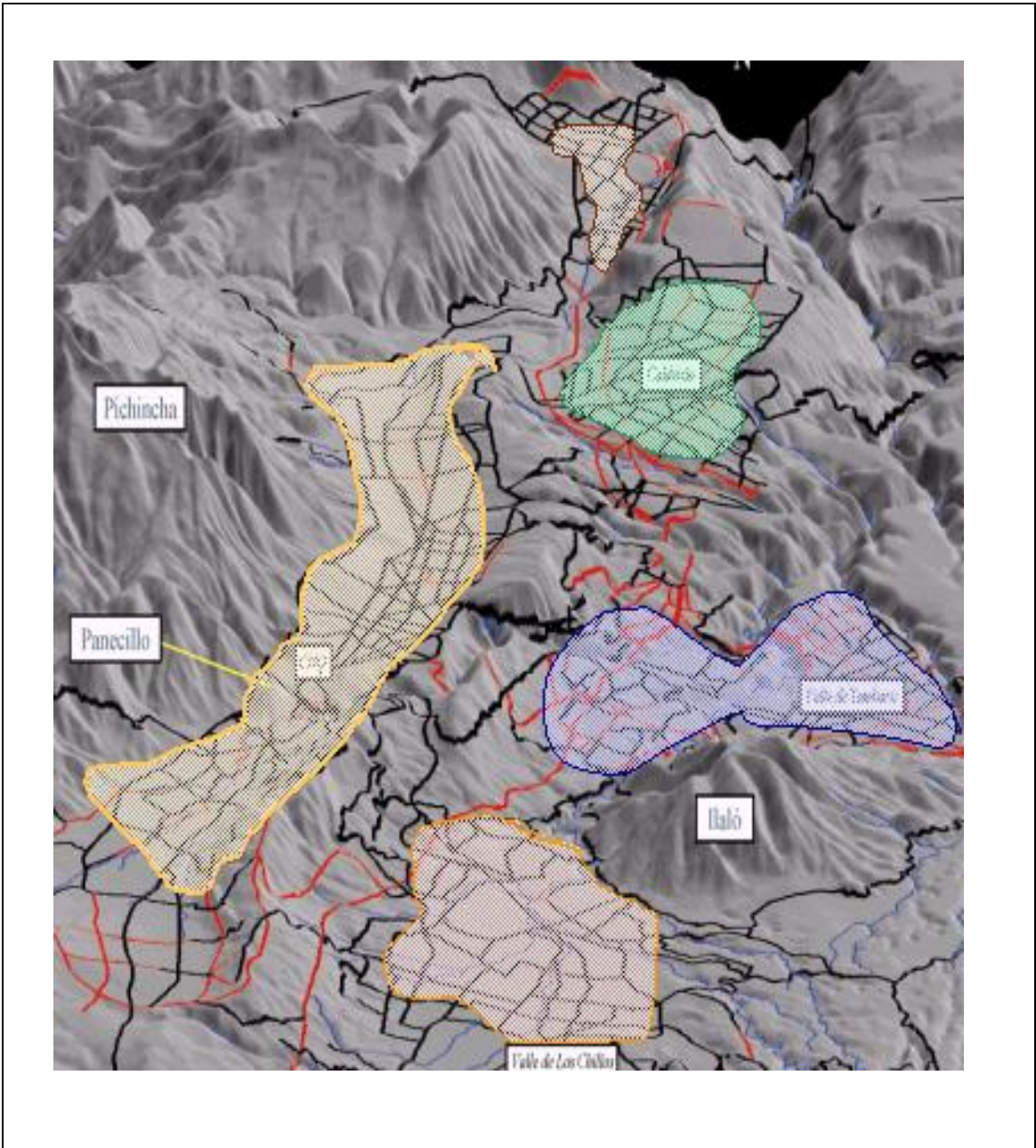
4.1.1. Análisis de Transporte en el Distrito Metropolitano de Quito

Los datos se han determinado con los datos que posee del Distrito Metropolitano de Quito en sus archivos históricos, dando énfasis en datos levantados para el proyecto de el Sur de la Ciudad de Quito, utilizando una encuesta de ocupación de pasajeros con una determinación del número de unidades de buses de transporte público, datos de nos servirá para determinar la capacidad necesaria de transporte y con esto poder describir la diferencia con los sistemas de corredores exclusivos.

Datos principales del Distrito Metropolitano de Quito:

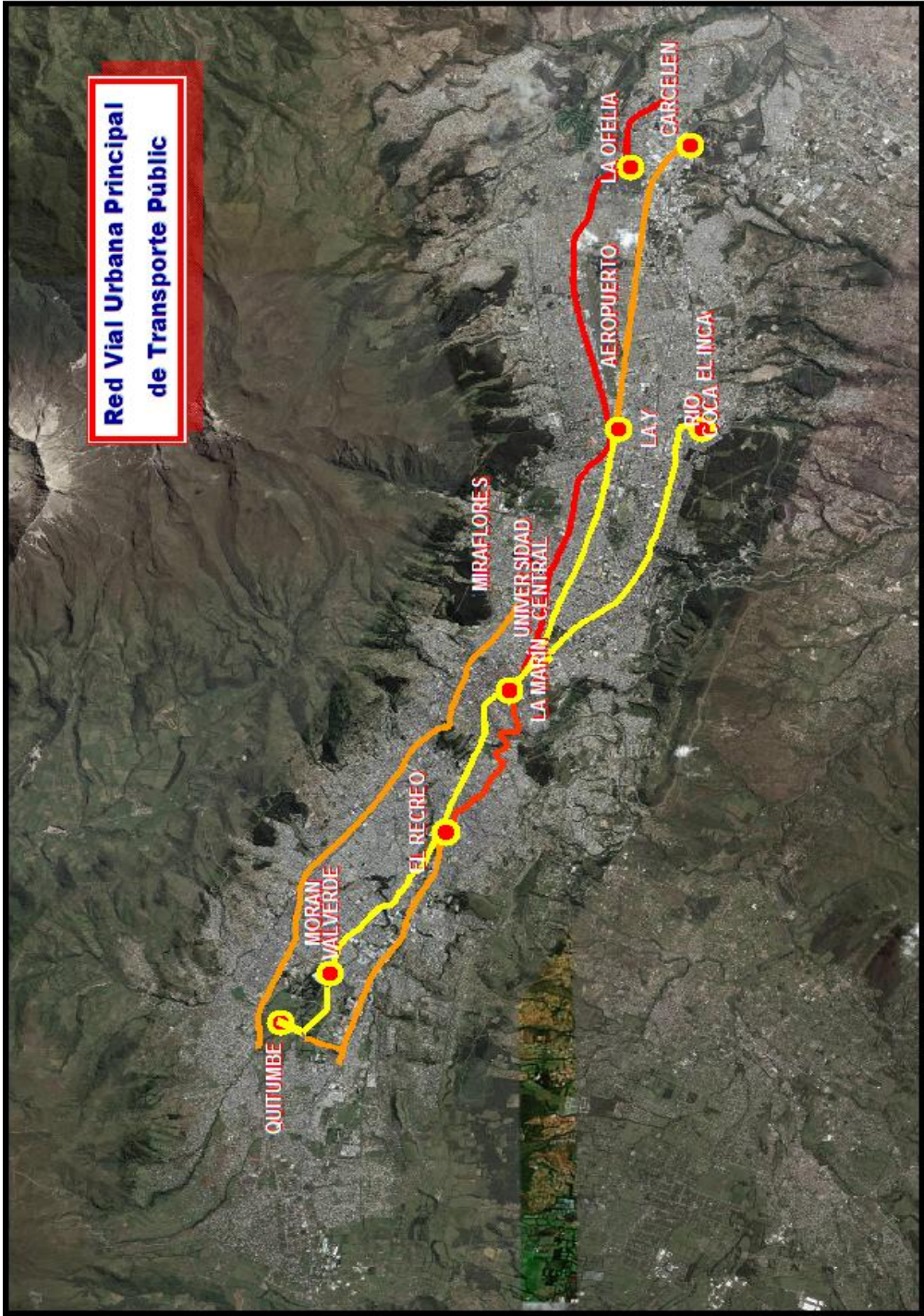
- Kilómetros de Vías: 3058 Km.
- Superficie DMQ: 422802 Has
- Población del DMQ: 2,2 millones de Hab.
- Tasa de crecimiento anual de la población: 2%
- Área Urbana Consolidada: 40566 Has
- Población Urbana: 1,8 millones de hab.
- Parque automotor: 350.000 vehículos
- Crecimiento anual del Parque Automotor: 8%
- Uso del transporte público: 20 %
- Uso del Transporte Privado: 80%

Grafico No. 4.1 Mapa Satelital del DMQ

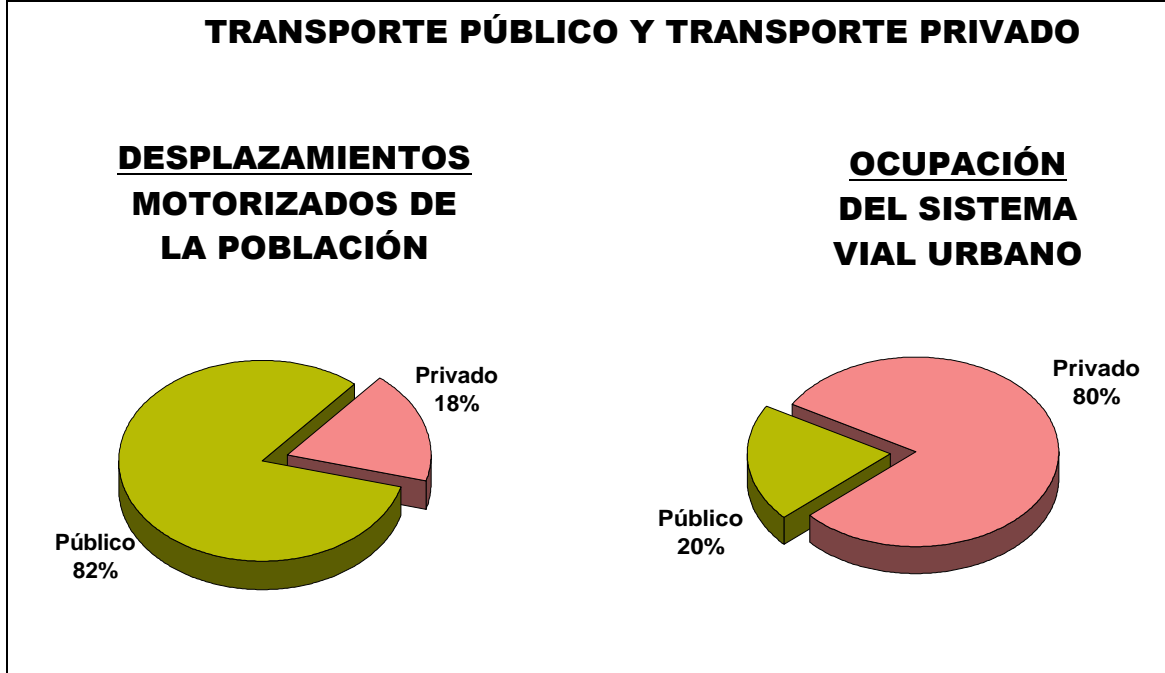


Fuente Dirección Metropolitana de Transporte y Vialidad

Gráfico 4.2 Estructura de la Red de Transporte Exclusivo de Quito



Fuente EMOPQ



Fuente DMT 2006

A partir del año 1990 la ciudad de Quito experimenta el siguiente esquema de movilidad, se contabilizaban 107.330 vehículos privados; en 1995 eran 158.559 y en el 2006, 280.000 vehículos privados;

Un cambio vertiginoso de la tasa de propiedad de vehículos en el Distrito que genera demanda creciente de capacidad vial, pasó de 8 vehículos por 100 hab. en 1996 a 14 vehículos por 100 hab. en 2006; Se estima que la demanda diaria para el servicio de transporte público es de 2'140.000 pasajeros – viaje;

Los principales corredores de transporte colectivo se organizan en ejes longitudinales norte-sur y transversales este-oeste;

Se evidencia que los puntos de saturación están en la zona de los túneles al occidente y en la zona centro oriental de la ciudad. Esos sitios son de muy difícil solución.

El número de vehículos registrados en la ciudad de Quito en el año 2007 se distribuyen según la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Vehículos Registrados en Quito

VEHICULOS REGISTRADOS EN QUITO	
TIPO	N° UNIDADES
PRIVADOS	334,000
BUSES URBANOS	2,500
BUSES INTERPARROQUIALES	379
BUSES ESCOLARES	2.720
BUSES DE TURISMO	236
TAXIS	8,763
VEHICULOS DE CARGA	968
TOTAL	349,566

Fuente: DMQ

4.1.1.1- Tipo de Transporte Utilizado:

La red convencional de transporte esta conformada por 134 líneas de transporte público operadas por 2624 buses urbanos pertenecientes a operadoras privadas. Estas líneas y flotas se encuentran en proceso de reestructuración, en medida del desarrollo de la red integrada de transporte. En estas unidades representan el 20% del parque automotor pero es en la cual de desplaza el 80% de la población de la ciudad, esta es una problemática que se repite en casi todas las ciudades de Latino América

4.1.1.2.- Oferta del Transporte Público en el Sur de Quito

Actualmente en el sur de la ciudad se encuentra operando el Sistema Trolebús cuya línea troncal se extiende por la Av. Maldonado y Tnte. Ortiz hasta el sector de la Morán Valverde, se complementa con 9 rutas de alimentación que parten de la Estación El Recreo y Morán Valverde con una cobertura de 48.000 pasajeros/día. El transporte público convencional está atendido por 30 organizaciones entre empresas y

cooperativas, operando 103 rutas sin ninguna estructuración y organización, y con una flota autorizada de 1.537 unidades, las mismas que realizan alrededor de 1'250.000 viajes/día.

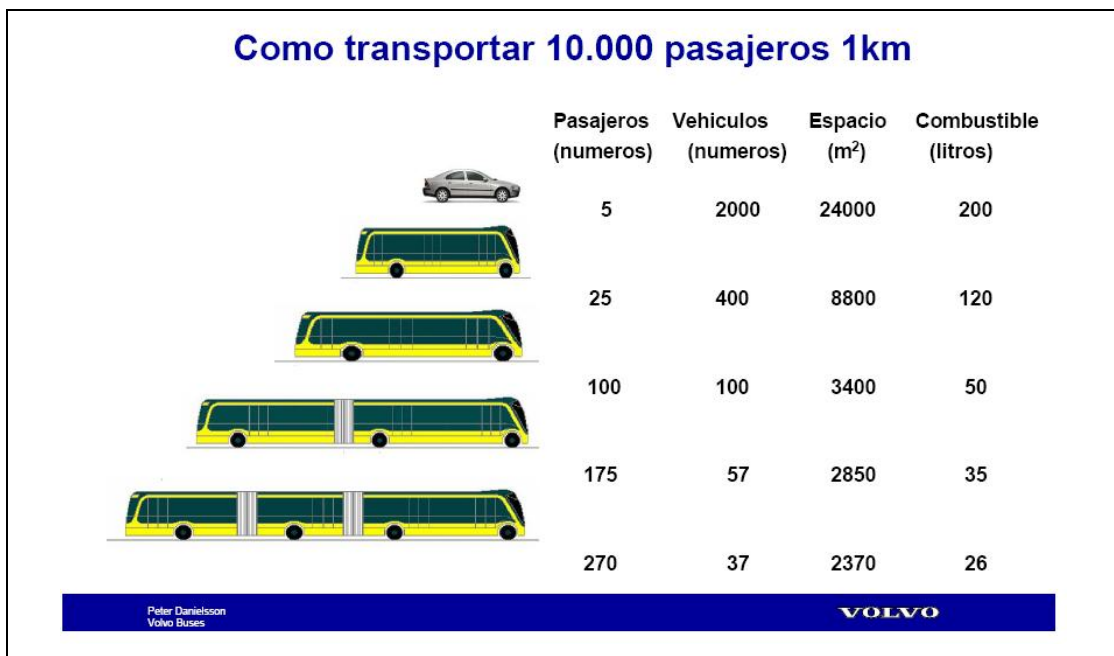
Las rutas establecidas en el sur de la ciudad presentan una característica muy especial, ya que sus recorridos se entre cruzan unos con otros y se superponen por largos tramos. La operación presenta una competencia individual por la toma de pasajeros, lo que conlleva a correteos e irrespeto a los usuarios.

4.1.1.3.- Sistemas de Transporte que se Oferta en la Actualidad

Existen tablas comparativas para representar la cantidad de vehículos necesarios para transportar pasajeros, esta tabla nos demuestra que para incrementar tiempos de viaje en condiciones de saturación es necesario utilizar transportes de gran capacidad, lo que nos ayudará a disminuir los costos de operación y los tiempos de viaje al contar con carriles exclusivos de transporte:

Grafico 4.4

Como Transportar 10000 pasajeros 1 KM

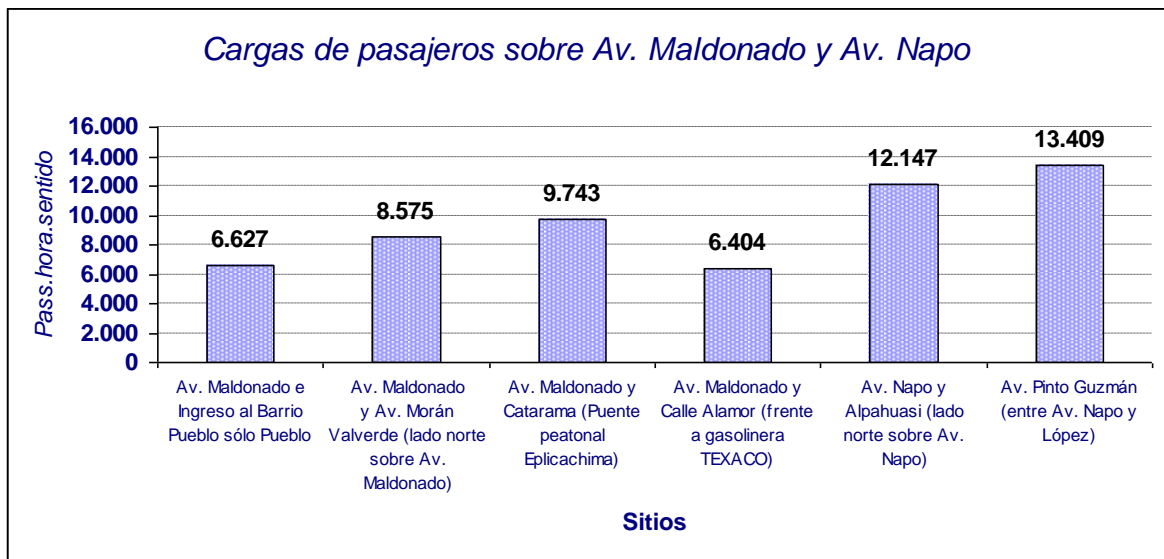


Fuente: Meter Danielsson

4.1.2.- Análisis de la Demanda de Viajes

En base a estudios obtenidos por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, en el sur de la ciudad se ha podido determinar la carga de pasajeros en horas pico en las sitios más congestionadas en rutas que transitan de sobre la Av. Maldonado, en las cuales circulan las cooperativas de transporte que fueron descritas en la tabla 4.2, la Mayoría de estas rutas tienen como destino el sector de la Marín, lo que ha provocado que en horas pico se tenga un tren de buses que viajan a una velocidad promedio de 10 Km/h y tengan una duración de recorrido de más de una hora en tramos de 10 Km de largo (Tramo de ejemplo Av. Maldonado y Morán Valverde hasta el sector de la Marín).

Gráfico No.4.5 Cargas de Pasajeros que Circula Sobre la Av Maldonaso y Av. Napo Sentido Sur Norte Hora Pico de la Mañana

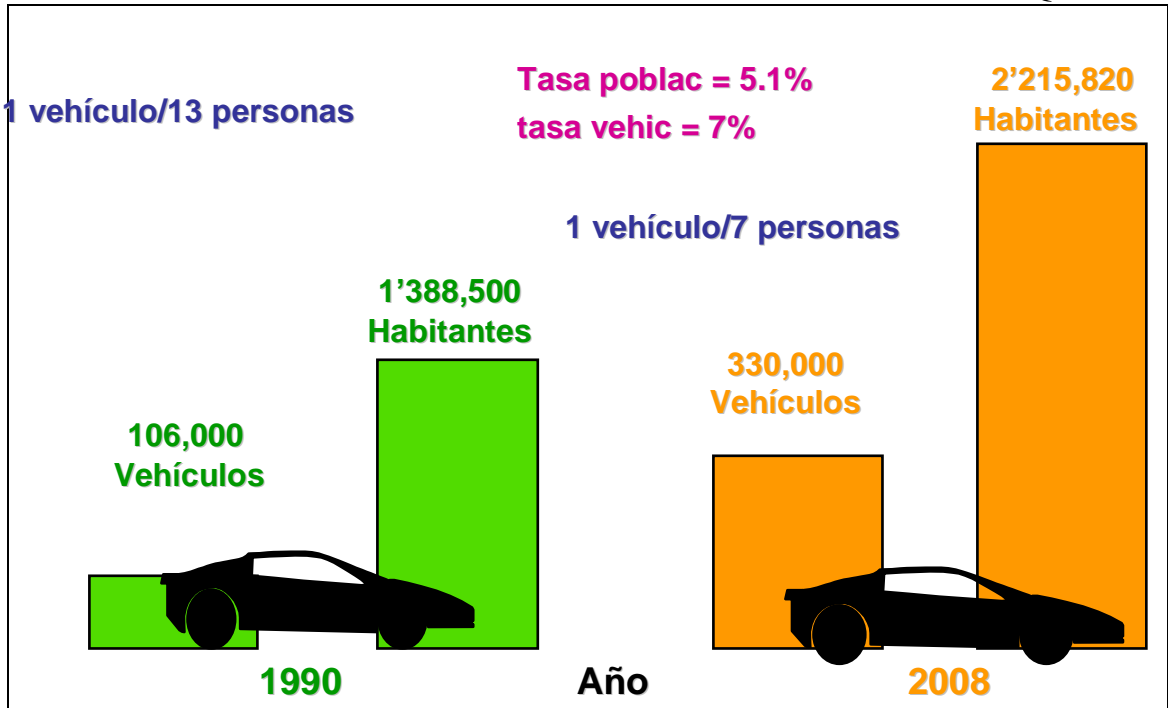


Fuente: DMQ

El uso indiscriminado de los vehículos privados es la causa de la congestión que se esta provocando en las ciudades del país lo cual influye directamente en el aumento de los tiempos de viaje y el consecutivo incremento en los costos de operación

Gráfico No.4.6

Crecimiento Vehicular DMQ



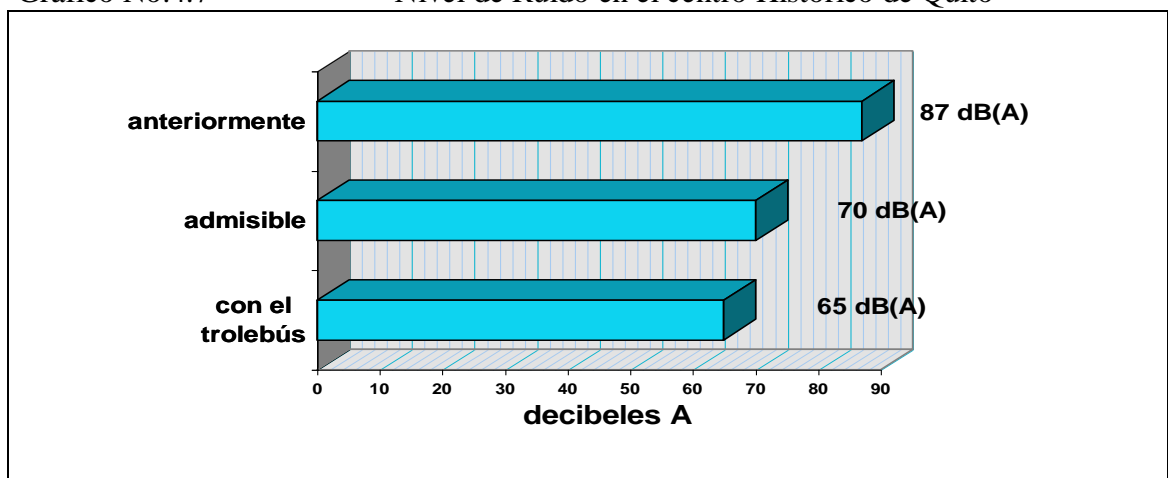
Fuente: Plan Maestro de Transporte DMQ

4.1.3. Valores Ambientales

En la ciudad de Quito se ha realizado estudios en lo que respecta ruido y se crea un cuadro comparativo de los efectos de implantar sistemas de corredores exclusivos en sitios neurálgicos de la ciudad:

Gráfico No.4.7

Nivel de Ruido en el centro Histórico de Quito



Fuente: Plan Maestro de Transporte DMQ

Estimación de Contaminantes en la Ruto del Trole (11.2 Km) Antes de su Implementación:

- 506 T. Anhídrido Carbónico
- 118 T. Oxido Nítrico
- 157 T. Hidrocarburos¹⁵
- TOTAL 781 Toneladas por año

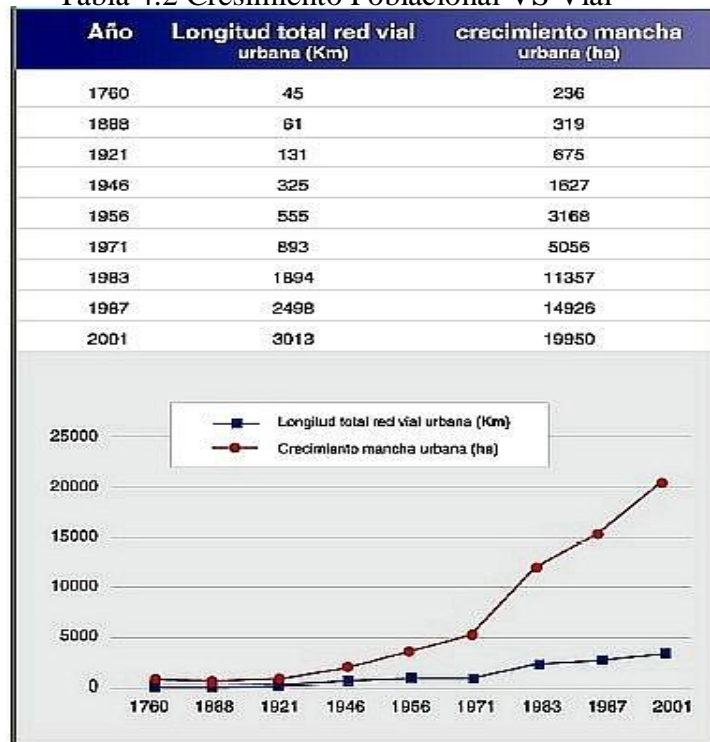
Ventajas de la Implementación del Trole

- Disminución del 13% de Material Particulado
- Disminución del 12% de CO
- Eliminación de Vibraciones
- Disminución de Ruido de 85 dBA a 65 dBA

4.1.4.- Estudio de Demanda:

En el 2005 se realizo un estudio de demanda que circulan en vehículos privados y sistema público, tomando en cuenta el crecimiento poblacional Vs el crecimiento vial, que se representa en el siguiente gráfico:

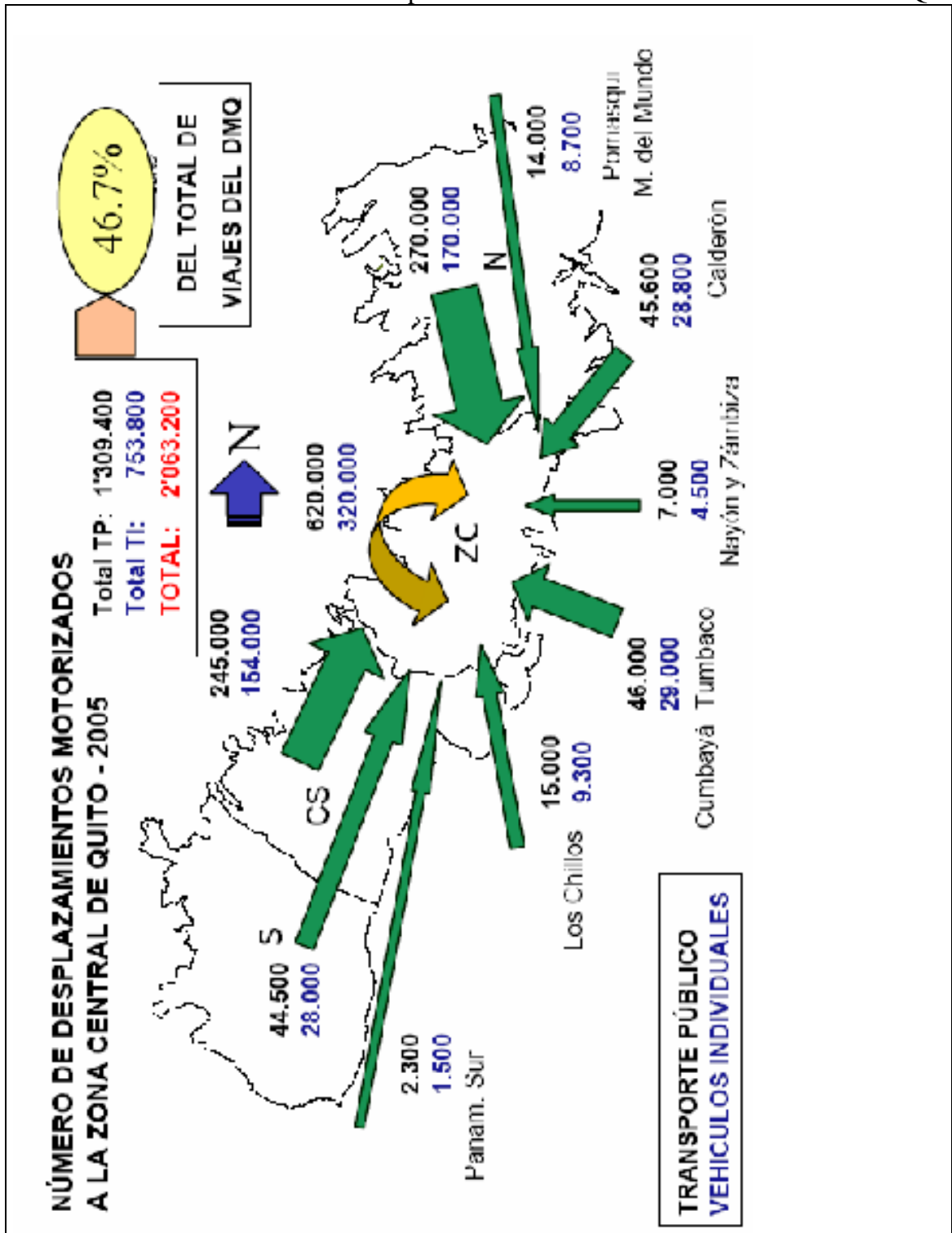
Tabla 4.2 Cresimiento Poblacional VS Vial



Fuente DMT

Gráfico No.4.8

Numero de Desplazamientos Motorizados a la zona central DMQ



Fuente:DMT

TABLA 4.3 Características Generales de Oferta y Demanda de Transporte

Características generales de la oferta y demanda de transporte colectivo en el DMQ						
Tipo de transporte	Numero de operadoras	Número de unidades operando	% de unidades /total	Numero de pasajeros transportados por día	% de personas transportadas	Número de rutas
Urbano	55	2.339	53,7	1.463.100	73,9	146
Interparroquial	29	675	15,5	158.000	8,0	52
Escolar, institucional	47	1.124	25,8	48.200	2,4	-
Urbano integrado	-	97	2,2	63.000	3,2	14
Trole (UOST)	1	76	1,7	210.000	10,6	1
Ecovía (UOST)	1	20	0,5	30.000	1,5	1
Municipal (EMT)	1	25	0,6	6.700	0,3	4
		4.356		1.979.000		
Fuente: Plan Maestro de Transporte, mayo del 2002 8DMT,EMSAT,UOST,EMT)						

Fuente: Plan Maestro de Transporte 2002

4.1.5.- Análisis Comparativo de Manuales de Diseño Geométrico

A continuación se realizará un análisis comparativos de los Manuales de Diseño, los cuales permitirán escoger la metodología más favorable para elaborar el Manual de Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos.

Cabe mencionar que el Manual de Diseño para Vías Urbanas de Colombia solo hace referencia teórica a la metodología en lo que respecta a Diseño Geométrico excepto en lo que respecta a curvas espirales, esta manual toma más en cuenta más los electos de tráfico que los elementos geométricos, por lo que en los cuadros no se encuentran fórmulas ni gráficos para el calculo de los Elementos Geométricos. De manera similar el Manual Mexicano, en algunos de los puntos no presenta fórmulas ni Metodologías para el cálculo de algunos de los Elementos Geométricos, de este Manual se tomará como referencia todo el TOMO II “ Manual de Conceptos y Lineamientos para la Planificación del Transporte Urbano” elaborada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del territorio SEDESOL, el cual nos servirá como referencia para entender

mejor el trabajo previo al diseño de corredores que deben realizar esencialmente la Ingeniería de Transportes y Planificadores.

Adicionalmente las teorías, criterios y conceptos de todos los elementos son similares por lo que se hará referencia a la metodología de calculo de los mismos analizando formulas, gráficos y cuadros.

Las formulas para ser seleccionadas deberán cumplir la condición de que sea adaptables a sectores urbanos, donde deben ser implantados los Corredores Exclusivos.

Los Criterios analizados todos concuerdan en que el principio fundamental es brindar una vía cómoda, que no presente cambios bruscos, esto en corredores exclusivos debe ser uno de los elementos fundamentales ya que al ser una vía de ocupación constante y repetitiva, debe ofrecer al conductor el confort que evite cansancio y poder dar una distancia favorable para que se pueda evitar accidentes con otros vehículos y peatones.

Los Elementos a ser analizados serán:

- Velocidad de Diseño
- Alineamiento Horizontal
- Tangentes
- Curvas Circulares
- Radio mínimo de Curvatura
- Elementos de curvas circulares
- Curvas de Transición
- Elementos de Una Curva Espiral
- Peralte
- Sobreancho
- Distancia de Visibilidad
- Alineamiento Vertical

4.1.5.1.- Velocidad de Diseño

Los valores de velocidad de diseño se los toma de acuerdo al tipo de camino que se va a diseñar, en el Manual del Ecuador se presenta un gráfico generado en base a volúmenes de tránsito lo que nos da rangos reales para determinar la Velocidad de diseño, el Manual del Perú presenta las distintas variaciones entre velocidades de diseño y de Velocidad Media y el manual de México nos presenta velocidades por tipo de topografía y por la categoría de la vía. Se considerará para el presente Manual el gráfico presentado por el Manual del Ecuador ya que son elaborados en base a experimentación mientras que los otros ejemplos en el caso del Perú se pueden dar circunstancias en el que estos valores en especial de los rangos pueden variar mucho y dar el mismo resultado de velocidad directriz, mientras que en el Mexicano deja un campo abierto muy grande en lo que respecta a topografía estos valores se darán más por criterio del diseñador que por norma.

4.2.5.2.- Tangentes

Solo el manual del Perú hace referencias a tablas para tangentes mínimas calculadas, óptimas y máximas, referidas a la velocidad de diseño, sin existir fórmulas esta tabla servirá como referente para considerar valores a velocidades de diseño, el Manual presenta tangentes mínimas a velocidad de diseño para buses articulados obtenidos en campo.

4.2.5.3.- Radio Mínimo de Curvatura

En las tablas de radios mínimos el Manual Ecuatoriano primero utiliza fórmula expresa para su cálculo en el que incluye al peralte y la fricción lateral de llanta lo que nos ayuda a controlar mejor los radios de curvatura dándonos valores menores que son los que nos ayuda a optimizar secciones de vía, en relación al Manual Peruano en el que solo indica

la tabla con valores fijos de peraltes lo cual no es real ya que se pueden dar varias condiciones de los mismos en especial en ciudades de montaña. Por lo cual se utilizaremos como modelo para este punto al Manual de Diseño Ecuatoriano.

4.2.5.4.- Elementos de la Curva

Los elementos son similares entre el Manual Ecuatoriano con el Peruano por lo que será indistinto cual se lo utilice.

El Manual de Diseño Ecuatoriano utiliza formulas para el cálculo de todos sus elementos, el Manual Colombiano emplea solo curvas Espirales, el manual Peruano utiliza solo tablas con valores fijos, mientras que el Manual Mexicano utiliza fórmulas similares a los Ecuatorianos, por lo que utilizaremos por al adaptabilidad a todas las condiciones que se pueden presentar en el trazado de una ciudad el Manual de Diseño del Ecuador.

4.2.5.5.- Curva de Transición

Solo el Manual del Ecuador presenta una serie de curvas de transición en las que se incluye las curvas Espirales o Clotoide, el resto de Manuales solo emiten criterios para su implementación los cuales son válidos pero sin tener un esquema al cual seguir como referencia, estos gráficos nos servirán al momento de intervenir en una autopista de alto tráfico en la que se va ha implementar un Corredor exclusivo.

4.2.5.6.- Elementos de Curvas de Transición

El Manual Ecuatoriano presenta formulas para determinar todos los elementos de una curva espiral lo que nos da un rango de seguridad de los resultados obtenidos y el aprovechamiento optimo de secciones transversales, adicionalmente que se pueden adaptar a condiciones de ciudad, el manual del Perú nos da una serie de tablas con valores que son independientes fijos lo cual como resultado nos dará como resultado

secciones transversales más grandes, adicionalmente nos presenta rangos en el que varia la tasa uniforme lo que se darán valores a criterio del diseñador.

4.2.5.7.- Peralte

El Manual del Ecuador nos presenta fórmulas con las que se puede independizar datos para cada una de las curvas por las variable que se presentan en cada caso, adicionalmente se presenta fórmulas para calcular el desarrollo de la misma lo que en el Manual del Perú solo presenta una formula para el máximo peralte en el que la única variable es la velocidad, sin considerar radios de curvatura ni fricción lateral y una formula para calcular la longitud de desarrollo de la misma.

4.2.5.8.- Sobreancho

El Manual del Ecuador calcula los valores de sobreancho en base al tipo de vehículo de diseño y nos da normas mínimas para el desarrollo del sobreancho en la calzada, mientras que el manual del Perú nos brinda fórmulas para velocidades superiores a 80 Km/h, lo cual no es congruente por que todo vehículo al dar un giro a si sea a mínima velocidad siempre ocupará un espacio adicional del carril, es una característica física de los vehículos.

4.2.5.9.- Distancia de Visibilidad, Parada y Rebasamiento

El manual del Ecuador se presentan formulas para el cálculos de todas las condiciones de visibilidad y una tabla en la que se presenta el la distancias de parada en función de la fricción lateral y la pendiente, adicionalmente presenta una fórmula para el calculo de la distancia de visibilidad para cruce. El Manual del Perú presenta tablas para el calculo de la distancia de parada adelantamiento y paso adicionalmente un cuadro de distancias

adecuadas para adelantamiento, mientras que el manual de México presenta formulas para parada y frenado y un cuadro de velocidad de parada para pendiente 0

4.2.5.10.- Curvas Verticales

Las diferentes metodologías que se presentan las curvas verticales se las considera como parábolas de ecuaciones de segundo grado, pero en las ecuaciones de el manual del Ecuador son las únicas que nos permiten diseñar curvas simétricas y asimétricas a la conveniencia del diseñador, en los otros manuales se toma como referencia la distancia de visibilidad como objeto principal del cálculo, lo que se debe tener en cuenta en el diseño de curvas verticales, para el Manual se deberá considerar estas dos variables diseño de la curva con seguridad tomando en cuenta la distancia de visibilidad.

4.2.6.- Determinación de la Norma más Aceptable para las condiciones Urbanas de la Sierra

De las normas analizadas en el numeral anterior se observa que las Normas del Ecuador y del Perú nos presentan formulas y tablas para realizar un diseño geométrico calculando sus elementos, nos dicta normas mínimas y pone en referencia pautas para su mejor desarrollo, esto nos sirve para realizar diseños tanto en carreteras como en vías urbanas. Los manuales de Colombia y México, son más relacionadas al transito como base fundamental del mismo ya que hacen referencia a otros manuales para los cálculos de los elementos geométricos los mismos que los topan superficialmente.

Del análisis anterior se determina que los Manuales del Ecuador y del Perú son los que más se acercan al objetivo de tomarlos como modelos para la elaboración del Manual de Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos, por lo que se tomará las partes más relevantes que se consideren las más adecuadas de estos dos manuales, adaptándoles a los datos para buses articulados que será nuestro vehículo tipo.

4.3.- Condiciones Físicas del Vehículo Tipo

A continuación se presenta las especificaciones geométricas generales de buses articulados que se tomará como vehículo tipo para este manual:

Tabla 4.4 Especificación de atributo de vehículo

carga del eje	7,500 kg
media carga del eje	12,500 kg
carga del eje trasera	12,500 kg
suman el peso	32,500 kg
Las dimensiones externas	
La ancho máxima	2.60 metros
La altura máxima	4.10 metros
La longitud mínima	17.50 metros
La longitud máxima global	18.50 metros
La proyección del frente máxima	3000 mm
El máximo la proyección trasera	3500 mm
La altura del suelo de la tierra	
La altura mínima	870 mm
La altura máxima	930 mm
El mínimo entre las aceras	7,400 mm
El máximo entre las aceras	12,100 mm
El mínimo entre las paredes	7,400 mm
El máximo entre las paredes	13,400 mm
La altura de visibilidad superior	1850 mínimo del mm

Fuente: Ing Freddy Larenas

4.4.- Costos de Operación

A continuación se presenta la tabla de cálculo que relaciona los costos de operación entre varios tipos de vehículos, es un estudio realizado con valores de repuestos y lubricantes actualizado al febrero del 2008, realizada por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, el estudio completo se lo presenta en los Anexos

TABLA 4.5

Costos de Operación y Mantenimiento

ESPECIFICACIONES								
Marca		Volvo B7R	Mercedes	DIMEX	Hino	Chevrolet FTR	Isuzu	
Tipo		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 2		Tipo 2		Articulado
Código		1	2	3	4	5	7	8
Peso (GVW)	ton	11.0	9.0	9.0	7.0	7.0	7.0	14.5
Capacidad Motor	HP	285	220	250		205		340
Max Potencia	kW							340
Motor Posición		Delana	Trasera	Trasera	Trasera	Delana	Trasera	Trasera
Longitud	metros	12	11	11		8		18.00
Puertas	numero	3	2	2	2	2	2	3
Llantas								
Numero total	numero	6	6	6	6	6	6	10
Eje 1		2	2	2	2	2	2	2
Eje 2		4	4	4	4	4	4	4
Eje3		0	0	0	0	0	0	4

RESUMEN DE COSTOS DE OPERACIÓN

\$ variables por km								
Mantenimiento Preventivo								
Materiales etc	Costo/Km	0.13816	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.14
Mano de obra	horas/ km	0.0056	0.0042	0.0042	0.0046	0.0042	0.0042	0.0070

Combustible								
Diesel	Costo/Km	0.12914	0.1200	0.12003	0.11543	0.12003	0.1005	0.22128

Llantas								
Materiales etc	Costo/Km	0.05400	0.0540	0.05100	0.06480	0.05400	0.0702	0.10020
Mano de obra	horas/km	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004

Total de costos variables expresados por Km. (SIN INCLUIR COSTO DE COMBUSTIBLE - SE INCLUYE EN CADA HOJA DE RUTA)								
Materiales etc	Costo/Km	\$ 0.1922	0.1847	0.1774	0.183	0.1830	0.1961	0.2380
Mano de obra	horas/km	0.0060	0.0046	0.0046	0.0050	0.0045	0.0046	0.0074
Mano de obra	\$/km	0.0163	0.0125	0.0125	0.0136	0.0124	0.0125	0.0202
Categoría 7	10.00%	0.0444	0.0341	0.0341	0.0370	0.0338	0.0342	0.0553
Mano de obra	Costo/Km	0.0163	0.0125	0.0125	0.0136	0.0124	0.0125	
Costo total por km	Costo/Km	0.2084	0.1972	0.1898	0.1969	0.1954	0.2086	0.2380

Costos Fijos								
Edad Categoría 1	Costo/ año	21,384.4	15,639.	14,831.9	14,058.	15,101.26	11,151.	3,132.57
Edad Categoría 2	Costo/ año	18,409.0	13,554.	12,871.5	12,218.	13,099.08	9,761.4	2,393.53
Edad Categoría 3	Costo/ año	16,921.2	12,511.	11,891.2	11,297.	12,098.00	9,066.2	2,024.01
Edad Categoría 4	Costo/ año	15,433.5	11,468.	10,911.0	10,377.	11,096.91	8,371.0	1,654.50

Mantenimiento Correctivo								
Edad Categoría 1	Costo/ año	1,369.60	960.00	902.40	847.27	921.60	640.00	1,349.84
Edad Categoría 2	Costo/ año	3,081.60	2,160.00	2,030.40	1,906.3	2,073.60	1,440.00	3,037.13
Edad Categoría 3	Costo/ año	3,424.00	2,400.00	2,256.00	2,118.1	2,304.00	1,600.00	3,374.59
Edad Categoría 4	Costo/ año	4,280.00	3,000.00	2,820.00	2,647.7	2,880.00	2,000.00	4,218.24

Total de costos expresados por año								
Edad Categoría 1	Costo/ año	22,754.0	16,599.	15,734.3	14,906.	16,022.86	11,791.	4,482.40
Edad Categoría 2		21,490.6	15,714.	14,901.9	14,124.	15,172.68	11,201.	5,430.66
Edad Categoría 3		20,345.2 8	14,911. 42	14,147.2 8	13,415. 92	14,402.00	10,666. 22	5,398.60
Edad Categoría 4		19,713.5	14,468.	13,731.0	13,025.	13,976.91	10,371.	5,872.73

COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO (Con Eficiencia)	0.3038	0.2855	0.2789	0.2811	0.2839	0.2782	0.4593
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Fuente: DMT 2008

4.5.- Costos de Diferentes Sistemas construidos:

Se presenta a continuación los costos de algunos de los sistemas construidos en el mundo en los cuales se observa que los BRT.

TABLA 4.6 Costos de Sistemas BRT-Tren Rapido-Metro

City	Type of system	Kilometres of segregated lines (km)	Cost per kilometre (US\$ million / km)
Taipei	Bus rapid transit	57	0.5
Porto Alegre	Bus rapid transit	27	1.0
Quito (Eco-Via Line)	Bus rapid transit	10	1.2
Las Vegas (Max)	Bus rapid transit	11.2	1.7
Curitiba	Bus rapid transit	57	2.5
Sao Paulo	Bus rapid transit	114	3.0
Bogotá (Phase I)	Bus rapid transit	40	5.3
Tunis	Light rail transit	30	13.3
San Diego	Light rail transit	75	17.2
Lyon	Light rail transit	18	18.9
Bordeaux	Light rail transit	23	20.5
Portland	Light rail transit	28	35.2
Los Angeles (Gold Line)	Light rail transit	23	37.8
Kuala Lumpur (PUTRA)	Elevated rail	29	50.0
Bangkok (BTS)	Elevated rail	23	73.9
Las Vegas	Monorail	6.4	101.6
Mexico (Line B)	Metro rail	24	40.9
Madrid (1999 extension)	Metro rail	38	42.8
Caracas (Line 4)	Metro rail	12	90.3
Hong Kong	Metro rail	82	220.0
London (Jubilee Line ext.)	Metro rail	16	350.0

Fuente: Bus Rapad Transit

4.6.- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Del estudio de Demanda en el Distrito Metropolitano de Quito, en el 2005 se observa que la gran demanda de viajes tiene como destino una zona central que se limita entre la Av. Patria con la Av. Naciones Unidas, sitio de alta concentración de zonas de Educación, Salud y Trabajo, por lo que se tiene un total de viajes de 2'063.200 diarios en los que se observa valores concentrados de por ejemplo viajes de sur a norte por las tres únicas vías existentes para hacer esta interconexión que son la Av. Mariscal Sucre lado occidental, la Av. Napo y Velasco Ibarra en el sector Oriental y las vías del Centro Histórico con un valor de 471500 viajes en una flota de 1537 buses y aproximadamente 150000 vehículos privados, tramo que en horas pico a partir de las 7H15 forma una congestión de hasta 8 kilómetros, lo cual solo se lo puede resolver con el uso de vías exclusivas ya que la ciudad de Quito no tiene espacio físico en los flancos para poder extenderse.

Para dar solución a este problema la ciudad de Quito planifica la construcción de corredores exclusivos reemplazando la flota vehicular de buses tipo con buses de alta capacidad, en los cuales en horas pico se recuperara el carril que ocupa el tren de buses, los cuales serán ocupados por los vehículos privados los cuales por su naturaleza provocan menos congestión que los buses, disminuyendo los tiempos de viaje tanto para los pasajeros de vehículos privados como los que viajen en sistema público.

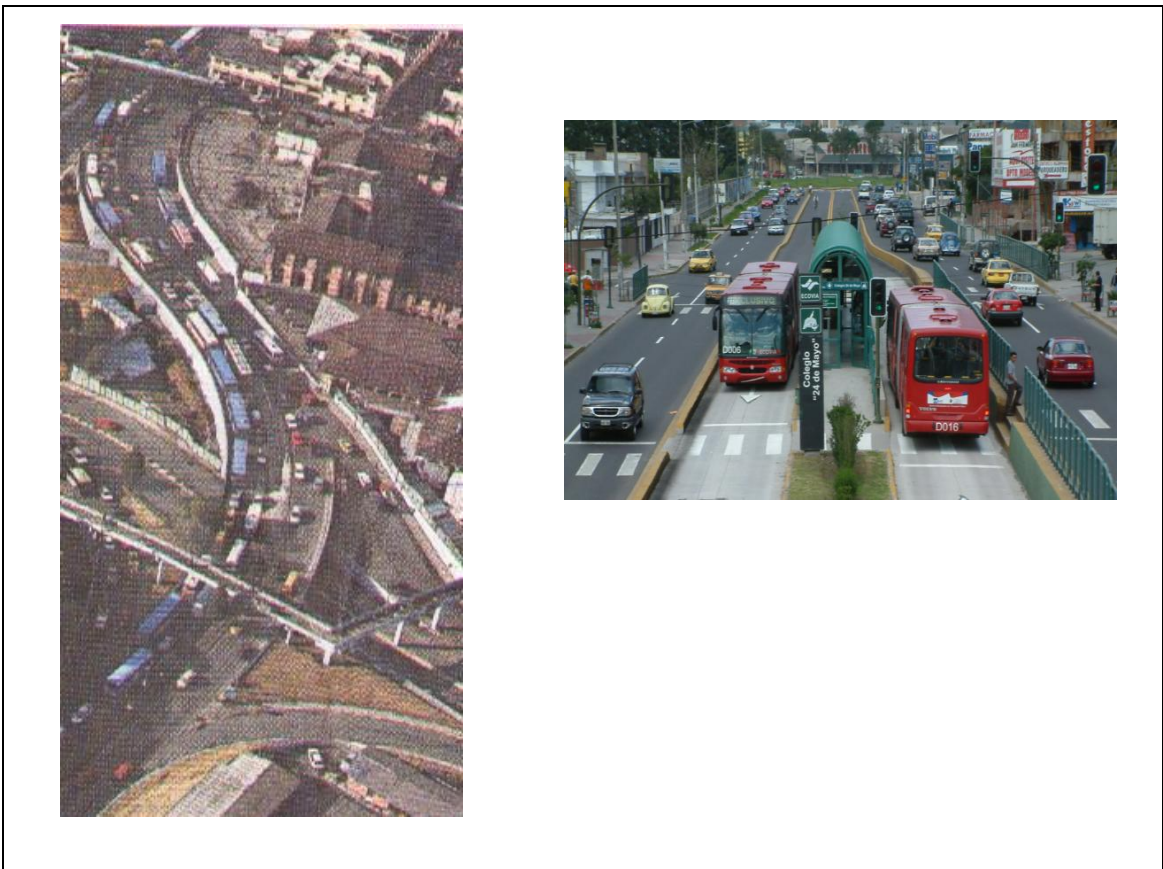
Los costos de mantenimiento actualmente varían drásticamente de acuerdo al recorrido que realizan los buses, no existe un sistema adecuado de mantenimiento, generalmente los buses se los arregla en mecánicas artesanales, en las cuales no se sistematiza los mantenimientos, los problemas en el sistema mecánico eléctrico de los buses son detectados por los choferes, de la investigación realizada muy pocos de los propietarios tiene un registro real del costo de mantenimiento Km/año, pero en promedio los buses en la actualidad se gasta de 0.4 a 0.58 USD/Km

De los datos de obtenidos se observa que los costos de operación de los buses con eficiencia que son los sistemas que se intenta implementar en corredores exclusivos promedian un costo promedio de 0.29 USD/ Km .

Los costos de mantenimiento al tener carriles exclusivos, incrementa la eficiencia de los vehículos lo que representa un menor desgaste del vehiculo incrementando la vida útil mismo.

Gráfico No.4.9

Relación de Ordenamiento de Transporte publico



Fuente Ing. Freddy Larenas

Los costos de construcción comparando los sistemas de alta capacidad entre Metros, Trenes ligeros, BRT, se observa que los costos de construcción son menores por lo que en la ciudades pueden concebir un sistemas BTR aliviando el problema de congestión.

4.6 .1.- Los Cambios Físicos en el Paisaje Urbano

Los cambios físicos sufridos por el tejido, no han alterado en gran medida su morfología, pues la implantación de las troncales o corredores se ha hecho sobre ejes o vías de circulaciones ya existentes y consolidadas en el tejido urbano. Las pocas transformaciones morfológicas realizadas para la construcción de ciclo-rutas y la ampliación de espacios publico, aunque no son de una gran proporción a nivel territorial, si tienen un gran impacto frente a factores como el cultural o el social.




4.7 .2 Aumento de la Calidad de Vida.

- Reducción de tiempos de desplazamiento en 32%.
- El 83% de las personas identifican la rapidez como la mayor ventaja.
- El 37% de las personas aseguran que pasa más tiempo con su familia
- 5,400 personas/día tienen acceso a los lugares preferenciales para discapacitados y personas de la tercera edad.
- El 63% considera que en el transporte es más segura que antes.

4.7.3. Tipo de Vehículo a utilizar

De acuerdo a los estudios de demanda se escogerá el tipo de vehículo a emplearse como se representa en el siguiente tabla:

TABLA No. 4.7 Tipo de vehículo a utilizar

GRAFICO	BUS	CAPACIDAD	Pasajeros/hora/dirección Sin rebasamiento
	Convencional	80	4800 pasajeros con frecuencia cada minuto
	Articulado	160	9600 pasajeros con frecuencia cada minuto
	Bi articulado	270	16200 pasajeros con frecuencia cada minuto

Fuente: Ing. Freddy Larenas

4.7.- VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La reducción de los tiempos de viaje son evidentes al tener un carril exclusivo, estos deben ser planificados para que operen desde los puntos residenciales hasta los sitios de destino que son los sectores de concentración de Trabajos, Educación, Salud, esto representará la mayor cantidad de viajes diarios y los tiempos de viajes se verán favorecidos ya que los buses solo paran en las intersecciones y en las paradas, no existe competencia entre las cooperativas, ya que el sistema debe ser manejado por una sola operadora.

Los costos de operación bajan de manera evidente ya que el desgaste del motor y piezas por la disminución de la aceleración y frenado, las velocidades de circulación son constantes y los repuestos al tener la posibilidad de comprar al mayor bajarán ostensiblemente, adicionalmente en el sistema trolebús se obtuvo una rebaja en el precio de combustibles.

Todas las ventajas que se han descrito anteriormente no se podrán lograr en forma optima sino existe un diseño geométrico adecuado, ya que muchas de las condiciones para una mejor circulación se las debe realizar con el trazado lógico y dándole todas las facilidades físicas que este sistema requiere.

Estos datos se han repetido en todas las ciudades en las que se han implementado sistemas de Corredores Exclusivos, los cuales favorecen a entre el 70 y el 80% de la población la cual no tiene vehículo particular, en contraparte del 80% de la ocupación del espacio público por los vehículos privados en los cuales solo viaja 1 o 2 personas, provocando una inequidad en el uso del espacio público.

Las condiciones ambientales también han mejorado al tener menor número de buses públicos que viajan a horas pico a bajísimas velocidades que provocan un desgaste del motor, lo cual agrava las emisiones emitidas por los mismos.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

Los Corredores Exclusivos de Transporte son una solución para los graves problemas de congestión que se presentan en las ciudades de Latino América.

Los Corredores exclusivos disminuyen notablemente los tiempos de viaje al aumentar la velocidad media de circulación, y dando al pasajero la posibilidad de tener más tiempo de descanso y con la familia, que ahora organismos internacionales valoran al momento de dar la Factibilidad a proyectos importantes en especial a Gobiernos locales.

Los Costos de Operación también se verán disminuidos al tener un menor tiempo de viaje, una velocidad constante y la casi eliminación de paradas por congestión que al momento es uno de los causantes de los altos costos de mantenimiento

La contaminación ambiental que provoca tener una cantidad de buses de tecnología antigua será disminuida notablemente con corredores exclusivos, ayudando a disminuir el efecto invernadero que cada día es más evidente en el planeta.

La equidad en el uso del espacio público se incrementa ya que los beneficiarios directos son las personas que viajan en buses, que generalmente son las personas de clase baja a clase media los cuales son el 80% de los viajes que se efectúa en las ciudades, ocupan solo el 20% de los vehículos que circulan por la ciudad.

El país se beneficia de los corredores ya que al disminuir los costos de operación disminuye las importaciones de repuestos e hidrocarburos, adicionalmente del menor consumo de combustibles que al momento son subsidiados por el Estado en nuestro país.

Los recorridos diarios de los buses son alrededor de 100 Km, el mantenimiento bordearía los 45 dólares día, para las 3200 personas que un trolebús transporta diariamente, el costo por persona por mantenimiento es de USD 0.014 ,con el pasaje actual de USD 0.25, hace rentable y factible el proyecto.

5.2.- RECOMENDACIONES

El Estado deberá regular el uso indiscriminado de los vehículos particulares pero brindando una alternativa de transporte que pueda reemplazar este servicio

Los diseños se deberán adaptar a las condiciones propias de cada ciudad, pero tratando en lo posible respetar estándares que ofrece el manual de esta tesis que son sistemas que han dado resultado varias ciudades de Latino América.

La operación de los sistemas deben actualizar los vehículos que prestan el servicio ya que esto les garantizará el mejor rendimiento y ayudarán a mejorar la calidad del servicio y la calidad del aire.

La construcción de corredores en especial en lo que respecta al pavimento debe ser realizada con los estudios completos y un alto nivel de control de calidad de construcción ya que el costo en tiempos de viaje y costos de operación aumentarán si se debe mezclar los sistemas privados con los del transporte público para efectuar reparaciones continuas.

Los Usuarios del sistema publico que son aproximadamente el 80% de la población debe tener la prioridad en los viajes de las ciudades, por lo que los sistemas deberán ser confortables.

CAPITULO 6

PROPUESTA

6.1.- DATOS INFORMATIVOS

Para la elaboración de este manual se ha considerado basar la investigación en los Manuales de Diseño Geométrico de Ecuador, Colombia, Perú y México, los cuales fueron creados para diseños de caminos y vías terrestres, la falta de manuales para diseñar Corredores Exclusivos ha presentado un problema para los diseñadores, ya que estos en su generalidad se implantarán en vías existentes las cuales hay que adaptarlas para el nuevo servicio que prestarán.

6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Esta propuesta esta basada en los sistemas de Corredores Exclusivos para sistemas BRT (Bus Rapid Transit), que son sistemas de movilidad implementados en varias ciudades de Latino América en las que los altos niveles de congestión vehicular involucran vehículos privados y buses de transporte público y provocan incrementos importantes en los tiempos de viaje y altos costos de operación, adicionalmente de otros factores como son la inequidad de uso del espacio público y los altos niveles de contaminación.

Los corredores exclusivos en los que se basa esta propuesta son los que están puestos en operación en el Ecuador, Colombia, México y tomando como referencia los realizado en Brasil, los mismos que se describe a continuación:

Ecuador:

- Quito: Trolebús – Ecovía – Metrobus Q

Colombia:

- Área Metropolitana de Barranquilla (Transmetro)
- Área Metropolitana de Bucaramanga (Metrolinea)
- Valle de Aburrá-Medellín (Metroplús)
- Área Metropolitana de Pereira (Megabús)
- Bogotá-Soacha (TransMilenio)
- Cali (MIO-Metrocali)

México:

- Barrientos
- León (Optibus)

6.3.- JUSTIFICACION

Este tema trata de mejorar la calidad de vida de las ciudades para la masa social que tiene menores ingresos, ya que en las ciudades del país, donde se ha demostrado que hasta el 2005 utilizaba solo un 20% de la población que posee su vehículo privado mientras que el 80% utilizaba transporte público, con una relación inversa en lo que respecta a la ocupación vehicular en las calles de las ciudades haciendo visible la inequidad del uso del espacio público, estos valores son similares en casi todas las ciudades Latino Americanas.

La Movilidad en las ciudades está relacionada con la parte social por la perdida en tiempos de viaje que provoca que una persona pase mucho tiempo viajando dejando de lado a su familia, su descanso y su seguridad, en relación a los costos de operación implica que el estado pierde cada vez que un vehículo tiene que consumir más combustibles, aceites, llantas, ya que se incrementa los desembolsos por subsidios e importaciones.

La propuesta es novedosa porque puede implantarse en todas las ciudades del país en las cuales se está presentando problemas de congestión, la estructura dependerá del ordenamiento y la capacidad de los buses que se vayan a ocupar en los viajes diarios en la ciudad.

Este sistema se ha implementado en el país pero sin un esquema específico, en las ciudades que se ha podido investigar se sigue utilizando manuales para diseño de carreteras y de arquitectura en los cuales no se toma en cuenta los vehículos que circulan por estos corredores.

En las ciudades en las cuales se ha implantado ha producido un impacto positivo por la reducción de emisiones de CO₂ en la atmósfera por la reducción y modernización de las unidades de transporte, adicionalmente la imagen como ciudad aumenta debido a la mejor ocupación del espacio público tanto para los residentes como para los visitantes.

6.4.- OBJETIVO

6.4.1.- Objetivo General

Elaborar un Manual de Diseño Geométrico de Corredor Exclusivo de Transporte que se pueda ajustar a las necesidades de la gran mayoría de ciudades del País.

6.4.2.- Objetivos Específicos

- Enunciar las pautas mínimas necesarias para la Planificación del Proyecto
- Definir el tipo de Corredores exclusivos que existen de acuerdo a su posición y altura

6.5.- ANALISIS DE FACTIBILIDAD

La velocidad de circulación de los buses públicos cada día son más bajos, se ha demostrado en la ciudad de Quito que la velocidad media en hora pico se encuentra entre 8 y 12 Km/h cuando las normas internacionales indican que la velocidad media debe estar entre 25 a 30 Km/h, los cuales representan que en un día normal el vehículo que antes realizaba 5 vueltas diarias a su recorrido en 12 horas de trabajo ahora solo pueda realizar 4 vueltas, el trabajo de aceleración y desaceleración provoca que el motor trabaje en un símil de 4 horas adicionales, en los que respecta a los costos de operación para buses, algo similar pero menos representativo pasa en los vehículos privados ya que su utilización media es de 1 hora diaria pero los costos en combustibles son los más visibles en este tipo de vehículos.

Los pasajeros que son los que ocupantes de estos servicios por los problemas descritos en el párrafo anterior ha bajado la calidad de servicio público por lo que los buses pasan con su capacidad completa y tienen que esperar más tiempo para poder acceder a estos y el tiempo de viaje se ha incrementado en los últimos años hasta en un 100% de tiempo adicional en horas pico, esto sumado el viaje en la mañana con el de la tarde que es la generalidad de usuarios ha dado como resultado que existe mucha gente que pasa hasta 3 horas diarias en un bus.

Estos valores determinan que hay que recuperar tiempos de viaje y costos de operación con la implementación de carriles exclusivos, los que con vehículos de mayor capacidad y paradas establecidas en los ejemplos tomados en la ciudad de Quito se realizan viajes de máximo 35 minutos de viaje en las troncales, los buses solo paran en las intersecciones y paradas y con tiempos establecidos de operación transportan a más del 60% de los viajes realizados en la ciudad, lo que en resumen hace factible la implementación de Corredores Exclusivos, por modernidad de la ciudades, por un

sistema de movilidad sostenible, por el menor daño ambiental que estos sistemas provocan.

6.6.-FUNDAMENTACION

Esta trabajo se fundamenta en la necesidad que experimentan las ciudades de brindar un sistema de movilidad sustentable que no represente un gasto relativamente excesivo en las arcas públicas y tenga una relación de beneficio a las sociedad de menores recursos.

El Estudio esta basado en los Manuales de Diseño Geométrico que existen en varios países y adaptado para corredores exclusivos, hay que tomar en cuenta que estos manuales fueron realizados para carreteras, por lo que el propósito de este trabajo es tener un documento que sirva de guía a los diseñadores que pueda ser aplicado en cualquier ciudad que tenga problemas de congestión

6.7.- MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA CORREDORES EXCLUSIVOS

El Manual de Diseño Geométrico para Corredores Exclusivos, esta basada en las experiencias realizadas en países Latino Americanos, como Ecuador, Colombia, México y considerando detalles de sistemas realizados en Brasil, la intención principal es tener un Manual que estandarice el Diseño Geométrico para Carriles Exclusivos, siendo uno de los sistemas más utilizados y que mejor aceptación ha tenido en las ciudades antes descritas por el relativo bajo costo de construcción, la optimización y modernización del servicio público.

Los Manuales de Diseño Geométrico de Carreteras se basan en Velocidades de diseño constantes y radios de curvatura para tramos continuos, estos elementos se adaptarán para corredores exclusivos en sitios donde se alcancen velocidades de (50 KPM), pero se presentan casos especiales de sitios por donde pasan estos sistemas que no permiten expansión o derrocamiento (ejemplo Centro Histórico) en el cual se presentará

situaciones de diseño a velocidades mínimas las cuales serán consideradas en este manual.

6.7.1.- Planificación del Proyecto

El proceso para determinar un corredor exclusivo inicia con el conocimiento cierto de cómo esta creciendo la ciudad y las necesidades que este implica para las entidades seccionales, las cuales deberán hacer seguimientos continuos con datos de crecimiento, asentamiento, uso del suelo y movilidad de la ciudad, la planificación de corredores se basará en datos de Demanda de Viajes y de Origen Destino los cuales mediante Modelaciones se determinan la ruta en la que se determinará los corredores exclusivos, estos datos deben ser tomados en cuenta considerando una proyección del incremento de la demanda de pasajeros que se moverá por esta ruta, lo que permitirá determinar el tipo de sistema de transporte exclusivo que se debe implementar.

Se realizará paralelamente reuniones con los involucrados (operadores históricos de las rutas) para determinar como será el cambio de tecnología o la implementación de la misma a los vehículos existentes para adaptarlos a las nuevas condiciones generadas por el corredor, en estas reuniones deben contemplarse todos los aspectos estructura, logísticos, económicos que el paso a esta tecnología representará para los operadores del sistema.

6.7.2.- El Proceso de Planificación del Transporte Urbano

El proceso de planeación de transporte debe ser comprendido como un conjunto de actividades relacionadas entre sí que tienen por objetivo mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, específicamente en los aspectos relacionados al funcionamiento del sistema de transporte.

De manera general, las principales etapas asociadas al proceso de planeación son las siguientes:

- identificación de los problemas;
- identificación del sistema de interés;
- establecimiento de metas y objetivos para el sistema;
- generación de alternativas para la solución de los problemas identificados;
- análisis del comportamiento del sistema, en particular frente a las alternativas consideradas;
- evaluación de las alternativas estudiadas (desde el punto de vista técnico, económico y ambiental);
- selección de alternativas que atiendan mejor a los objetivos establecidos;
- implantación de la alternativa seleccionada;
- monitoreo de la evolución del sistema, buscando la identificación de nuevos problemas.

DISPONIBILIDAD Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Proyecciones

Los Instrumentos de Análisis

La Evaluación de Acciones

- Evaluación Técnica
- Evaluación Económica y Financiera
- Evaluación de Impactos Ambientales

Presentación de Resultados

Selección de Alternativas

INFORMACIÓN PARA LA PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE

Información Básica

- Cartografía
- Series Temporales
- Estructura Urbana
- Los Planos de Desarrollo Urbano

Información de la Oferta de Transporte

- Características Físicas de la Vialidad
- Estacionamiento
- Transporte Público
- Capacidad
- Costos

Información de la Demanda de Transporte

- Datos Socioeconómicos
- Uso del Suelo
- Viajes
- Volúmenes de Tránsito
- Encuesta Origen-Destino

Costos

- Costos de Construcción
- Costos de Operación

Organización de la Información

- Diseño de la Base de Datos
- Mantenimiento de la Información
- Flujos de Información
- Administración del Sistema
- Softwares de Administración del las Bases de Datos

Aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica

- Aplicación en la Planeación del Transporte Urbano

LA APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS

Modelaje

- Definición del Área de Estudio
- Zonificación del Área de Estudio
- Elaboración de las Redes de Transportes

Etapas del Modelaje para la Planeación del Transporte

Desarrollo Vs Utilización de Modelos

LA OFERTA DE TRANSPORTE

Vialidad

Transporte Público

Representación de las Redes de Transporte

Demanda de Transporte

- Uso del Suelo y Actividades Urbanas
- Generación de Viajes
 - Modelo de Generación por Registro Lineal
- Distribución de Viajes
 - Distribución por Factor de Crecimiento
 - Distribución con Modelo Gravitacional

PROCEDIMIENTOS DE ACTUALIZACIÓN DE MATRICES DE VIAJES SELECCIÓN MODAL

- Flujos Cautivos
- Factores que Ejercen Influencia en la Selección Modal
- Modelos de Selección Discreta
- Teoría de la Utilidad Aleatoria
- Modelo Logit Multinomial
- Modelo Logit Jerárquico
- Especificación, Estimación y Validación

EQUILIBRIO OFERTA-DEMANDA

Asignaciones de Viaje

- Método Todo-o-Nada

- Restricción de Capacidad
- Asignación Incremental

Asignación

- Representación de la Red de Transportes
- Traducción de Volúmenes para Proyectos
- Calibración del Modelo
- Actualización de los Datos

DIAGNOSTICO Y PRONOSTICO

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PLANEACIÓN

En la planificación se definirá el tipo de corredor como son:

- CASO 1: Corredor compartido lateral con plataforma baja.

Gráfico No. 6.1 Trans Santiago



Fuente: Dirección de Transporte de Chile

- CASO 2: Corredor exclusivo lateral con plataforma baja.

Gráfico No. 6.2 Transporte Sidney



Fuente: Revista Traffic Technology

- CASO 3: Corredor exclusivo lateral de plataforma alta.

Gráfico No. 6.3 Trolebus



Fuente: Ing Freddy Larenas

- CASO 4: Corredor exclusivo central con parada lateral sin rebasamiento

Gráfico No. 6.4 Trolebus



Fuente: Ing Freddy Larenas

- Caso 5: Corredor exclusivo central con parada lateral con rebasamiento

Gráfico No. 6.5 Corredor Central Norte



Fuente: Ing Freddy Larenas

- CASO 6: Corredor exclusivo central de plataforma alta por carril sin rebasamiento.

Gráfico No. 6.6 Ecovia



Fuente: Ing Freddy Larenas

- CASO 7: Corredor exclusivo central de plataforma alta por carril con rebasamiento.

Gráfico No. 6.7 Trans Milenio



Fuente: Ing Freddy Larenas

En el proceso de consecución de los Corredores Exclusivos, la Ingeniería Civil con especialidad en Vías Terrestres asesorará en el proceso de Planificación (en donde deberán intervenir Planificadores, Especialistas en Transito y Transporte) de la ruta pero

su real intervención empieza a partir de los estudios preliminares y definitivos de la ruta seleccionada para la implementación de la estructura vial.

6.7.3. -Topografía

El diseño de Carriles Exclusivos se implementa generalmente en vías ya trazadas y en uso, excepto que se lo planifique en zonas de nueva expansión en donde se priorizará por sectores céntricos para lo cual se intentará pasar por la zona más plana o con la menor pendiente posible ya que serán buses de alta capacidad los que tendrán que circular y puede acelerar el desgaste del mismo

Para la determinación de los niveles será necesario un levantamiento topográfico de precisión el mismo que deberá considerar los aspectos geométricos de línea de fabrica a línea de fabrica para poder determinar el espacio que se tiene para implantar el corredor.

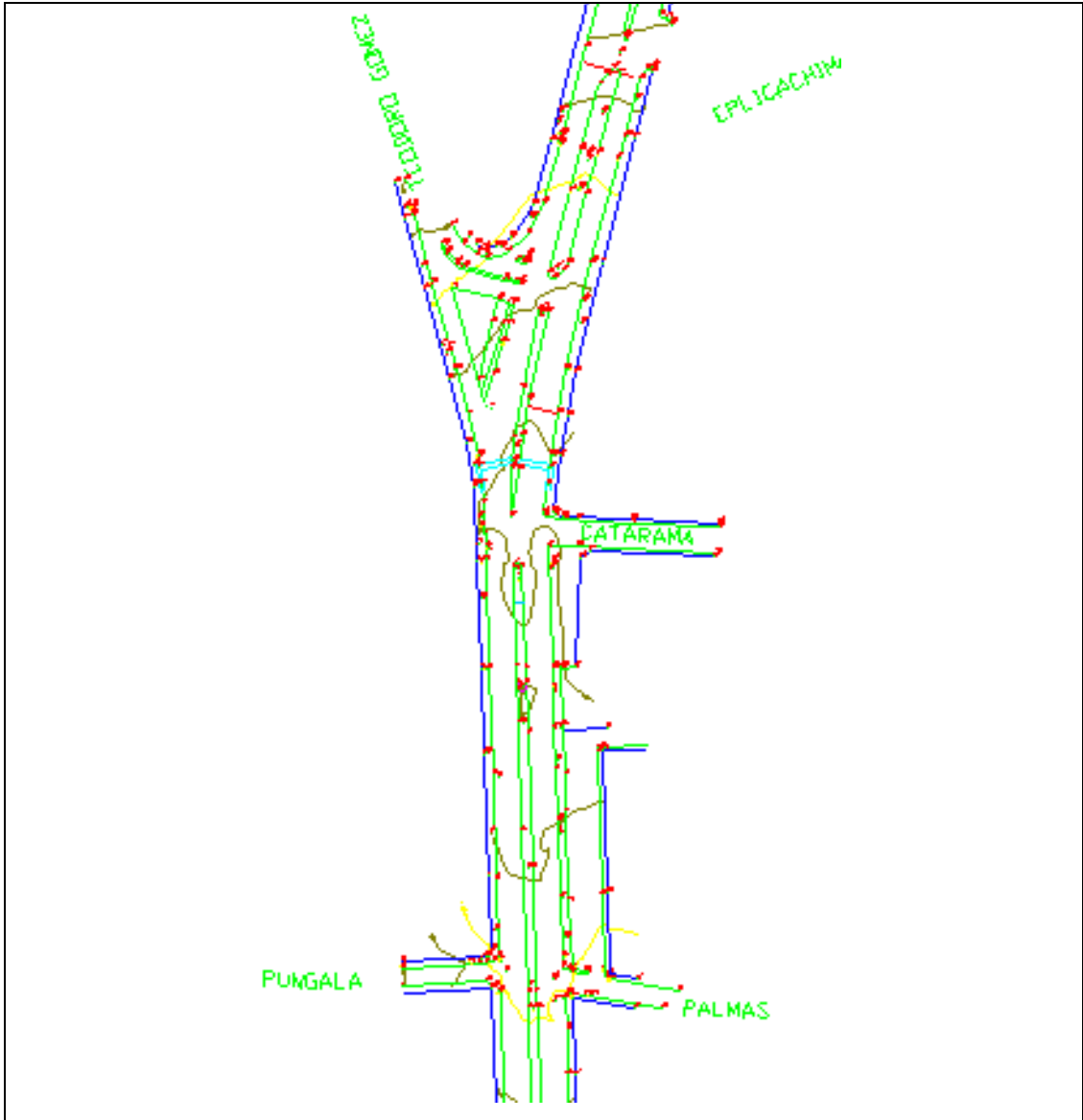
Este trabajo se inicia con la determinación de PI Geo referenciados en las coordenadas predominantes en el sitio de implantación (ejemplo Coordenadas WGS 84 TM para la ciudad de Quito) de los cuales se determinará las características geométricas con un sistema de barrido total de la misma y en lo posible en la misma línea perpendicular al avance del proyecto lo que además de si la topografía del sector ayudará a evaluar las características geométricas. Los puntos más importantes que se debe tener en cuenta al realizar el levantamiento topográfico serán: línea de fábrica, postes, infraestructura (posos de agua potable, alcantarillado, pozos semaforicos, telefonía), sumideros, bordillos (parte superior), sección transversal de calzada (pie bordillo, centro, pie bordillo), parterre, pasos peatonales, accesos, hidrantes, cisternas, graderios, estructuras importantes, postes semaforicos, etc). Todos los puntos deberán contener datos de número o estación, ubicación geográfica (coordenadas Norte, Este), altura, descripción.

Los PI deben ser referenciados en campo con puntos fijos y marcados en la línea de fabrica o postes ya que los mismos que nos servirán de base para el replanteo de los ejes definitivos del corredor. Las intersecciones y boca calles también deberán ser tomadas

en cuenta en el levantamiento topográfico, considerando los mismos puntos que han descrito anteriormente por lo menos en una longitud de 30 metros al interior de las mismas.

Luego del diseño se replanteará el eje el proyecto (un eje por cada carril si es un diseño separado por parterre), estacándolo; y, se determinan sus niveles de los puntos (máximo cada 20 metros) para poder determinar el perfil vertical y el diseño de los mismos.

Gráfico No. 6.8. Levantamiento Topografico Corredor Sur Oriental



Fuente EMMOPQ

Tabla 6.1 Datos de puntos topograficos

No	NORTE	ESTE	ALTURA	DESCRIPCION
001	9967551.640	772119.630	2924.513	estaca
1000	9967279.030	771921.145	2935.178	bordillo
1001	9967272.859	771935.113	2934.778	bordillo
1002	9967270.192	771939.903	2934.690	bordillo
1003	9967266.451	771945.428	2934.615	bordillo
1008	9967293.983	771912.431	2935.713	Lfabrica
1009	9967285.928	771925.588	2934.996	bordillo
0101	9967816.676	771948.112	2927.254	cerramiento
1010	9967288.005	771925.455	2935.038	Lfabrica
1011	9967284.641	771939.451	2934.404	bordillo
1012	9967286.707	771939.752	2934.417	Lfabrica
1013	9967289.522	771946.573	2933.951	bordillo

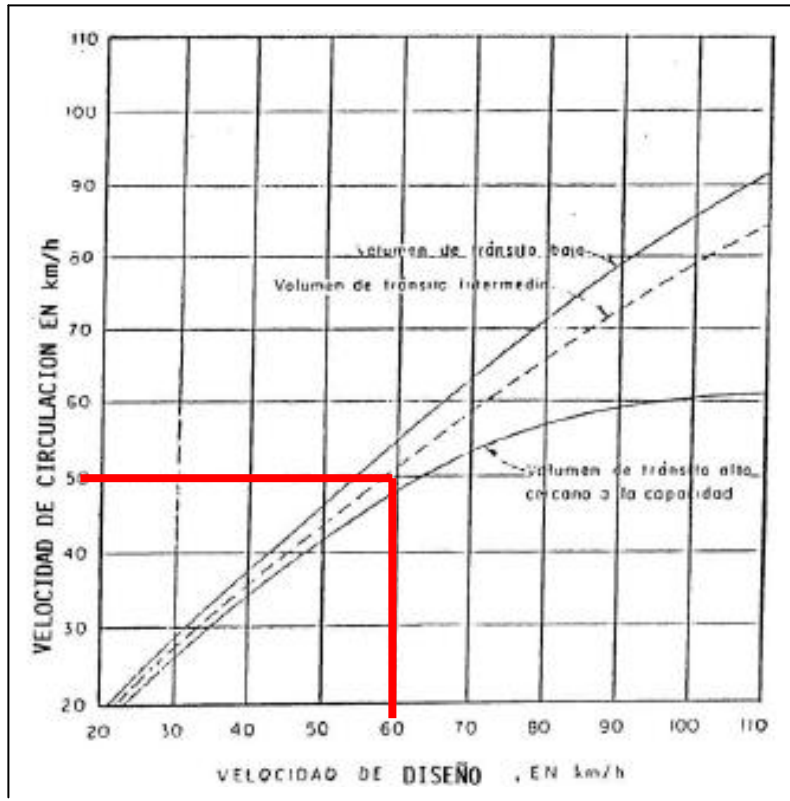
Fuente EMMOPQ

6.7.4.- Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un carril cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

La relación general entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño se ilustra en grafico 6.9. En esta figura se visualiza que conforme el volumen de tránsito aumenta, la velocidad de circulación disminuye debido a la interferencia que se produce entre los vehículos.

Gráfico No. 6.9 Relaciones entre Velocidades de Diseño de Circulación



Fuente Manual de Diseño geométrico MOP

Los Corredores por ser de uso exclusivo para el Transporte Público, por las normas internacionales se considera que un bus debe tener una velocidad media de 25 a 30 Km/h, adicionalmente son trazados que se encuentran en la ciudad y según la Ley de Transito expedida en junio del 2008 en el país la velocidad de circulación en las ciudades es de 50 Km/h, por estas razones y tomando rangos de seguridad se deberá asumir un velocidad de Diseño 60 Km/h como indica la figura anterior.

Hay que tomar en cuenta que las velocidades de circulación no van a ser constantes ya que en ciudad existen intersecciones y paradas lo cual van a restringir el desplazamiento, esta norma se utilizará en tangentes largas a las cuales se deben dar las seguridades respectivas al bus en circulación.

6.7.5.- Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del carril 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, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales colocados.

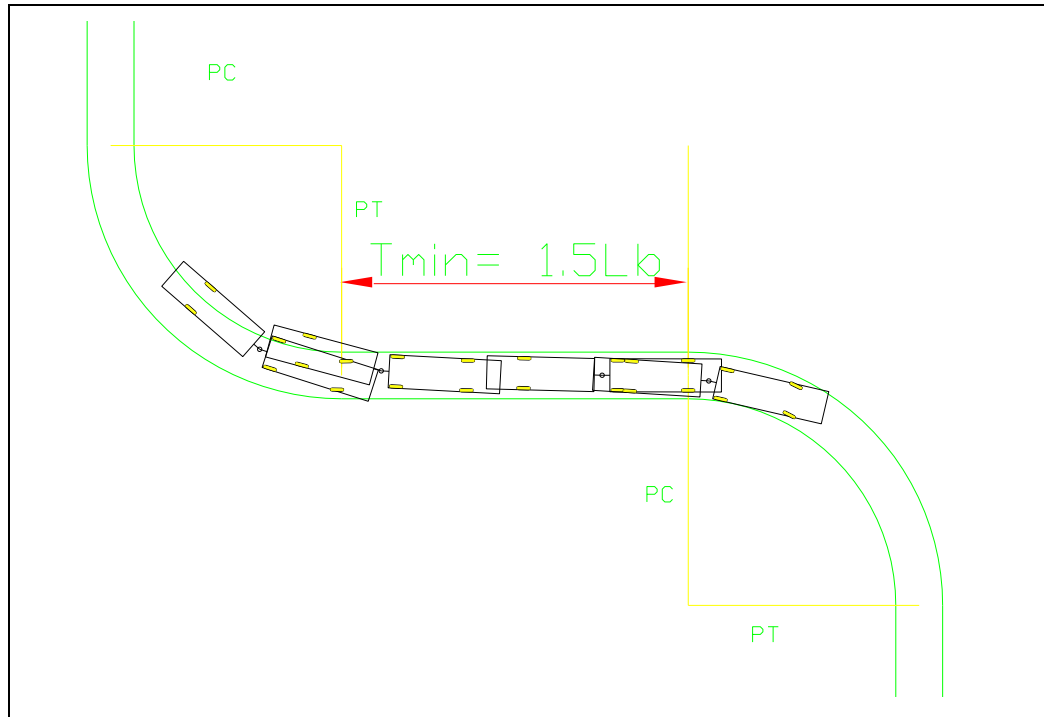
6.7.6. -Tangentes

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.

En esta investigación se ha determinado que en los corredores la tangente mínima que se deberá implantar será la de una y media veces la longitud del bus ya que la maniobra de salida y entrada de las curvas requieren un mínimo de longitud de operación, considerando los radio de curvatura de los buses y en el caso de articulación el radio de giro del remolque.

Gráfico No. 6.10 Tangente Mínima



Fuente: Ing Freddy Larenas

$$T_{\min} = 1.5 * L_b$$

donde

T_{\min} = tangente mínima

L_b = longitud real del bus

6.7.7.- 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. 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 G_c y su fórmula es la siguiente:

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R} \Rightarrow G_s = \frac{1145,92}{R} = \frac{1145,92}{60} = 19.09$$

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

$$R = \frac{1145,92}{G_c} = \frac{1145,92}{19.09} = 60m$$

Estos valores serán empleados en sitios donde la velocidad de circulación alcancen los 50 KPM se los considerará valores mínimos de radio de curvatura a velocidad alta, en la ciudad de Quito en el recorrido del Trolebús por el Centro Histórico existen radios mínimos de 12 m con ángulos de inflexión de 90° las cuales los buses realizan la maniobra a velocidades inferiores a 5 KPM.

Gráfico No. 6.11 Radio de Giro Mínimo



Fuente Ing Freddy Larenas

6.7.8.- Radio Mínimo de Curvatura Horizontal a 50 KPM.

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

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

Donde:

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).

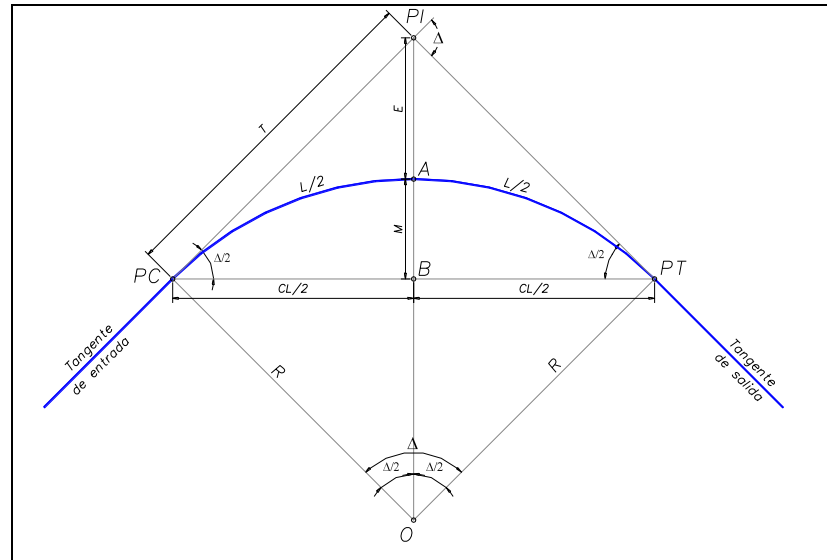
A continuación, se incluye un cuadro con valores mínimos recomendables

Tabla 6.2 Radio Mínimo de Curvatura en Función del Peralte “e” y del Coeficiente de Fricción Lateral “f”

Vel diseño Km/h	“f” max	RADIO MINIMO CALCULADO			
		e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08
25	0.315		12.45	13.12	13.85
30	0.284		19.47	20.80	21.87
35	0.256		28.79	30.02	32.70
40	0.221		41.85	44.85	48.27
45	0.200		55.75	59.94	64.82
50	0.190		72.01	78.74	96.60
60	0.185	100.97	115.70	125.95	138.25

Fuente: Manual de diseño Geométrico MOP 2003

Gráfico No. 6.12. Elementos de la Curva Circular Simple



Fuente Manual de Diseño Geométrico

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

$C\Delta$ Angulo central de la curva circular

θ Angulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

G_c Grado de curvatura de la curva circular

R_c 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

l_c Longitud de la curva circular

6.7.8.1. Angulo central:

Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “ α ” (alfa). En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

6.7.8.2.- 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:

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

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado.

6.7.9.-Tangente de curva o subtangente:

Es la distancia entre el PI y el PC ó 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:

$$T = R * \tan \frac{\alpha}{2}$$

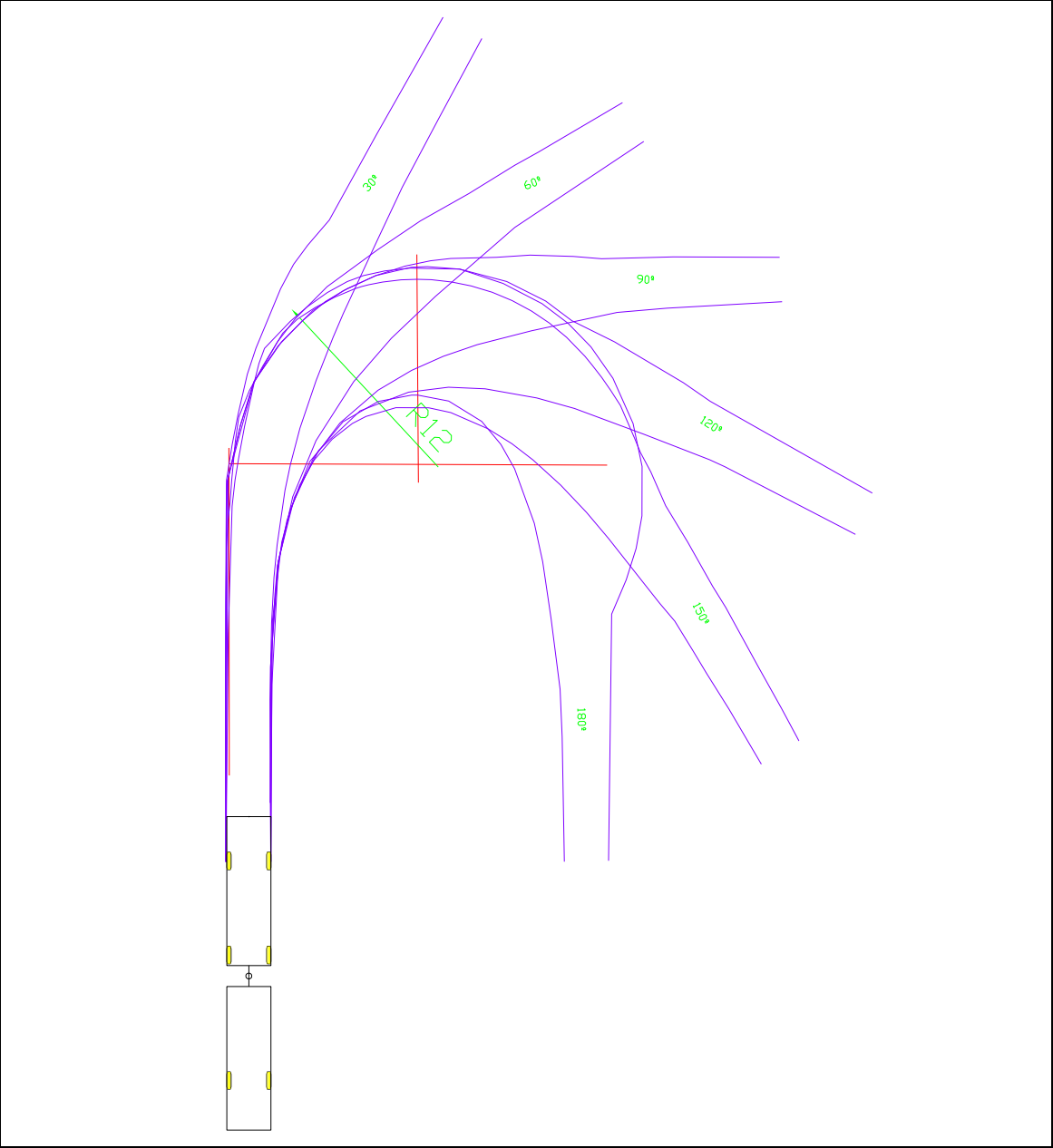
6.7. 10.- External:

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

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

A continuación se presenta una plantilla de trayectoria de vehículos tipo articulados, para radio de curvatura de 12 m a 30°, 60°, 90°, 120°, 150° y 180°, las líneas de cada trayectoria representan las máximas ocupaciones considerando, espejos y sobrecarga de ejes, esta plantilla se deberá utilizar para comprobar de intersecciones en los cuales los buses deberán realizar giros a baja velocidad.

Gráfico No. 6.13 Plantilla para Trayectoria de Vehículo Articulado a 5 KPM radio 12 m



Fuente: Ing Freddy Larenas

El vehículo prototipo el cual circula por el carril exclusivo es el bus articulado de 18 metros. El chasis típico de este tipo de bus requiere un diámetro de giro:

A 90°	13.50 m
A 180°	22.10 m
A 270°	23.90 m
A 360°	24.15 m

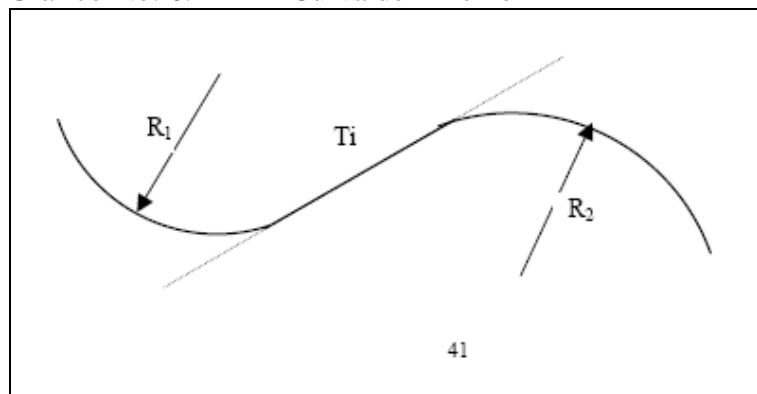
6.7.11.- Curvas de Transición

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 sobreebanco. 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.

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.

6.7.12.- Curva de Inflexión o Curva Reversa

Gráfico No. 6.14 Curva de Inflexión

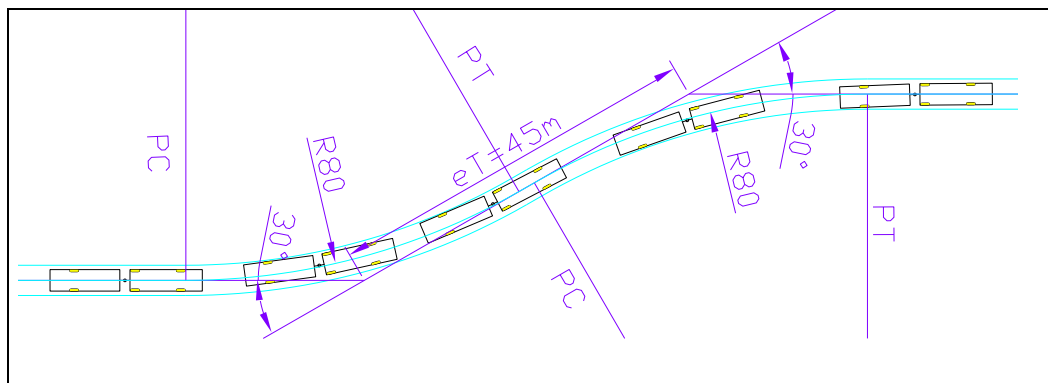


Fuente Manual de Diseño Geométrico Ecuador

Es una curva en “S” que une dos puntos de curvatura opuesta. En algunos casos puede permitirse que $T_i = 0$, o sea sin tangente intermedia

Para el caso de buses articulados se admitirá curvas de inflexión con $T_i \cong 0$ con radios de curvatura superiores a los 80° con ángulos de deflexión no mayores a 30° y tangentes entre PI superiores a 45 m, para una velocidad de 50 KPM

Gráfico No. 6.15 Longitud Mínima

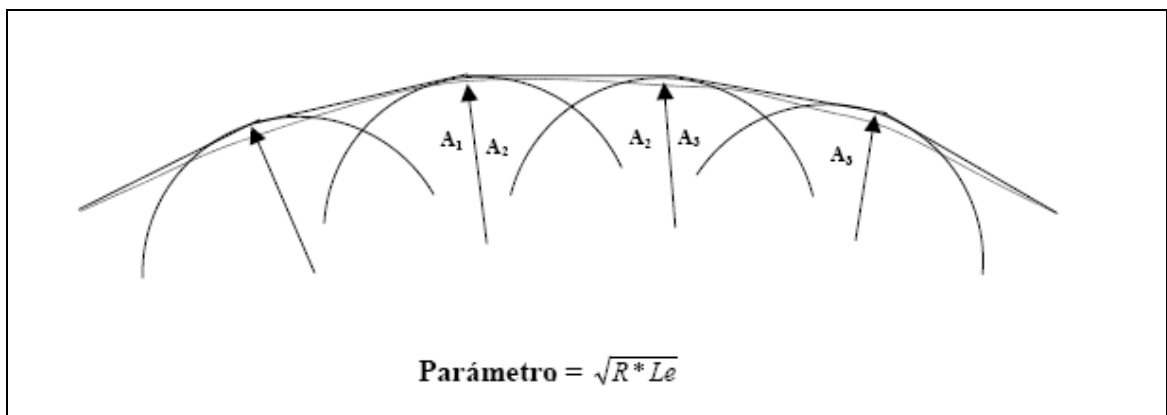


Fuente: Ing Freddy Larenas

6.7.13.- Serie de Espirales y Clotoides

Es una sucesión de arcos con parámetros distintos, curvaturas dirigidas y crecientes en el mismo sentido, tangentes comunes y la misma curvatura para cada dos arcos sucesivos

Gráfico No. 6.16 Serie de Espirales



Fuente Manual de Diseño Geométrico Ecuador

6.7.13.1.- Principales ventajas que ofrecen las Curvas de Transición.

- a. 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.
- b. Como consecuencia de lo anterior, resulta fácil para un conductor mantenerse en su carril sin disminuir la velocidad.
- c. 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.
- d. Cuando la sección transversal necesita ser ensanchada a lo largo de una curva circular, la curva de transición también facilita la transición del ancho.
- e. El aspecto de la curva resulta agradable.

6.7.14.- Elementos Característicos Principales

Longitud de la espiral: Es la longitud medida sobre la curva entre el TE y el EC o del CE al ET. Su longitud mínima está expresada por la siguiente fórmula:

$$Le = 0.0072 \frac{V^3}{RC}$$

Le = Longitud mínima de la espiral, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

R = Radio de la curva circular, m.

C = Coeficiente de comodidad y seguridad. Varía entre 1 y 3. (1 para mayor seguridad y confort)

En todo caso el criterio más práctico para determinar la longitud de la espiral es el de asumir la distancia necesaria para el desarrollo del peralte, la cual podría lograrse en función de la siguiente fórmula:

$$Le = \frac{a * e}{P} = a * e * m$$

a = Semiancho de la calzada en tangente para caminos de dos carriles.

e = Peralte de la curva circular, en valor absoluto.

P = Pendiente longitudinal de la orilla de la calzada con respecto al eje del camino, en valor absoluto.

m = Talud de la orilla de la calzada respecto al eje del camino.

$$m = 1.5627 * V + 75$$

Por razones prácticas, la longitud mínima aceptable de transición debe ser tal, que un vehículo que circule a la velocidad de diseño tarde cuando menos 2 segundos en recorrerla, para un camino de dos vías con ancho de carril de 3,65 m y peralte del 7%; * la longitud mínima absoluta de transición será:

$$Le = 0.56 V = 0.56 * 60 = 33.6m$$

V = Velocidad de diseño Km/h.

La longitud así obtenida se recomienda para cualquier semiancho de calzada.

Deflexión de la espiral: Es el ángulo comprendido entre las tangentes a la espiral en sus puntos extremos. Su fórmula es:

$$\theta_e = \frac{L_e}{2R} \text{radianes en grados:}$$

Tabla 6.3 Valores Mínimos Recomendables de Longitud de la Espiral

VALORES MINIMOS RECOMENDABLES DE LONGITUD DE LA ESPIRAL														
$(L_e = 0.036V^3 / R)$														
Vd (Km/h)	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
Rmin m	18	20	25	30	42	56	75	110	160	210	275	350	430	520
Le min m	30	30	40	52	55	59	60	70	80	90	95	100	110	120

Fuente Manual de Diseño Geométrico MOP

$$\theta_e = \frac{Gc * L_e}{40} \text{ o } \theta_e = \frac{90 * L_e}{\pi * R}$$

6.7.15.- Longitud total de la curva:

Es la suma de las longitudes de las dos espirales de transición y de la longitud de la curva circular. Para curvas simétricas se tiene:

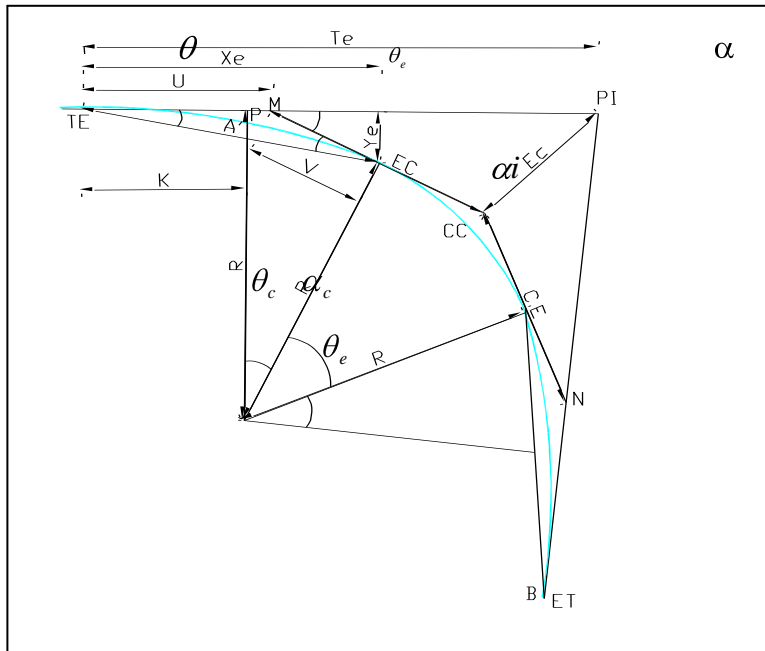
$$L_t = 2L_e + L_c$$

Por otro lado, existe un límite superior e inferior para la longitud de la curva.

El límite inferior absoluto está dado por la condición de que existan dos espirales de transición de longitud mínima absoluta, por lo que $L_1 = 2 L = 1,12 V$, sin que exista curva circular entre ellas.

El limite superior está dado por la longitud máxima de curva, que será aquella que se recorra en 20 segundos a la velocidad de diseño, por lo cual $L_T = 5,56 V$.

Gráfico No. 6.17 Elementos de una Curva Espiral



Fuente: Ing Freddy Larenas

Pi = Punto de intersección de las alineaciones

TE= Punto de cambio de tangente a espiral

EC= Punto de cambio de arco espiral a círculo

CE= Punto de cambio de arco circular a espiral

L_e = Longitud del arco espiral

L= Longitud desde el TE cualquier punto de la curva espiral

θ_e = Ángulo al centro de la espiral longitud L

θ = Ángulo al centro del arco de espiral de longitud L

α = Ángulo de desviación de la espiral en el Te, desde la tangente principal a un punto de la curva

α_{EC} = Ángulo de desviación de la espiral en el Ec, desde la tangente principal a un punto de la curva

R= Radio de curvatura en cualquier punto de la espiral

R= Radio de curvatura del arco circular

α = Angulo de deflexión de las tangentes principales

α_c = Angulo al centro del arco circular Ec y CE

X,Y= Coordenadas rectangulares de cualquier punto de la espiral, con origen en Te y eje de abscisas le tangente principal

Xe, Ye= Coordenadas del Ec

Te= Longitud de la tangente principal = distancia entre Pi y ET y entre Pi y TE

Ee= External del arco compuesto

U= Tangente larga de la espiral

V= Tangente corta de la espiral

Ce= Cuerda larga de la espiral

K= Abscisa del Pc desplazado medida desde TE

6.7.16.- Cálculo de los Elementos la Curva Espiral.

La Ley de Curvatura de la clotoide es:

$$A = \sqrt{L_e * R} \quad \text{Parámetro de la Espiral}$$

O sea que para cada valor del parámetro A, el producto de L_e y el radio (R), se mantienen constantes en todos los puntos de la espiral o clotoide.

Todas las clotoides son semejantes entre sí, por lo que permiten aumentarse o disminuirse proporcionalmente.

$R_e = R \times L_e / L$; Radio en cualquier punto de la espiral

$$\delta_e = \frac{L_e}{2R}; \text{ Angulo al centro de la espiral, en radianes}$$

$$\theta_e = \frac{180 * \delta_e}{\pi}; \text{ Angulo al centro en grados, minutos y segundos}$$

$$\theta_e = \frac{90 * L_e}{\pi * R}$$

$$A_e = \frac{\theta_e}{3} - \theta_e * 8.3 * 10^{-7}, \text{ Angulo de desviación de la tangente y la cuerda larga en TE}$$

$$B = \theta_e - A_e \text{ Angulo de desviación de la cuerda larga y tangente corta en CE}$$

COORDENADAS DE EC

$$X_e = L_e \left(1 - \frac{\delta_e^2}{5 * 2l} + \frac{\delta_e^4}{9 * 4l} + \frac{\delta_e^6}{13 * 6l} + \frac{\delta_e^8}{17 * 8l} \right) = L_e \left(1 - \frac{\delta_e^2}{10} + \frac{\delta_e^4}{216} + \frac{\delta_e^6}{9360} + \frac{\delta_e^8}{685440} \right)$$

$$Y_e = L_e \left(\frac{\delta_e}{3} + \frac{\delta_e^3}{7 * 3l} + \frac{\delta_e^5}{11 * 5l} + \frac{\delta_e^7}{15 * 7l} \right) = L_e \left(1 - \frac{\delta_e}{3} + \frac{\delta_e^3}{42} + \frac{\delta_e^5}{1320} + \frac{\delta_e^7}{75600} \right)$$

$$T_e = \frac{Y_e}{\text{Sen}\theta_e}$$

$$T_L = X_e - \frac{Y_e}{\text{Tan}\theta_e}$$

Coordenadas de PC

$$P = Y_e - R(1 - \text{Cos}\theta_e) \text{ (Retranqueo)}$$

$$K = X_e - R * \text{Sen}\theta_e \text{ (Abscisa del PC desplazado, medido desde TE)}$$

Calculo de tangentes Principales o Subtangentes:

TE – PI; PI – ET; Longitud del Arco Circular

Datos:

$$T_e = (R + P * \text{Tan} \frac{\alpha}{2} * K$$

$$\alpha_e = \alpha - 2 * \theta_e$$

$$L_e = \pi * R * \frac{\alpha_e}{180}$$

Longitud Total $L_T = L_c + 2L_e$ o también

$$L_T = 180\alpha\pi \times R + L_e$$

Progresivas:

$$TE = PI - T_e \text{ (Excepto para curvas de retorno)}$$

$$EC = TE + L_e$$

$$CE = EC + L_c$$

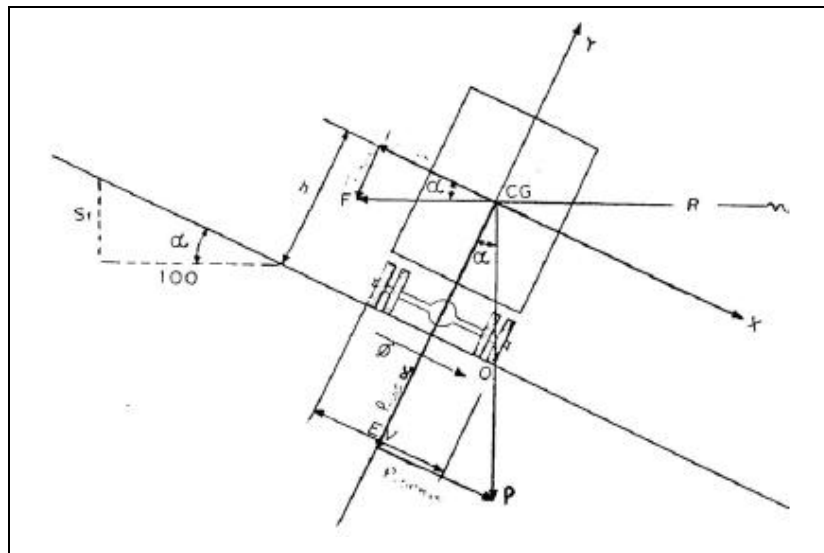
$$ET = CE + L_e$$

$$ET = TE + LT$$

6.7.17.-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.

Gráfico No. 6.18 Estabilidad del vehículo en las curvas



Fuente Manual de Diseño Geométrico Ecuador

La inestabilidad debida a la fuerza centrífuga puede manifestarse de dos maneras: por deslizamientos o por volcamiento.

Si el camino se mantiene transversalmente horizontal, la fuerza centrífuga “F” sería absorbida exclusivamente por el peso “P” del vehículo y el rozamiento por rotación.

Esto conduce a la conclusión de que es necesario introducir el peralte de la curva, para lo cual se da al camino una inclinación transversal, de tal manera que sea ésta inclinación la que absorba parte del valor de la fuerza centrífuga.

Si se introduce el peralte en la curva, dándole una sobre elevación “H” al borde exterior, aparecerán fuerzas que fijarán el vehículo a la calzada.

En estas condiciones, la ecuación de equilibrio será:

$$F * \cos\alpha = P * \operatorname{sen}\alpha + (F * \operatorname{sen}\alpha + P * \cos\alpha)$$

Luego de hacer reemplazos y simplificaciones se llega a la siguiente ecuación:

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

Donde la pendiente transversal de la calzada “e” = tan α . Por lo que la ecuación toma la siguiente forma:

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

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.

Tabla 6.4 Valore Límites de “f”

REQUERIMIENTOS	VALORES LIMITES PERMISIBLES DE “F” SEGÚN EL PAVIMENTO ESTE		
	SECO	HUMEDO	CON HIELO
ESTABILIDAD CONTRA EL VOLCAMIENTO	0,60	0,60	0,60
ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO	0,35	0,24	0,12
COMODIDAD DEL VIAJE PARA EL PASAJERO	0,15	0,15	0,15
EXPLOTACION ECONÓMICA DEL VEHICULO	0,16	0,10	0,10

Fuente Manual de Diseño Geométrico MOP

En el caso de corredores exclusivos con la velocidad de diseño de 60 Km/h y por razones de seguridad ya que los vehículos articulados tienen un peso de 20 Toneladas se considerará un coeficiente de fricción de $f = 0.17$.

6.7.18.- 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.

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. Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carriles con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h.

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

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.

Tabla 6.5 Magnitud del Peralte

Velocidad Específica (Km/h)	Peralte Recomendado ($e_{m\acute{a}x}$ %)	Fricción Lateral (f_t máx)	Factor $e + f_t$
30	8.0	0.180	0.260
40	8.0	0.172	0.252
50	8.0	0.164	0.244
60	8.0	0.157	0.237

Fuente Manual de Diseño Geométrico MOP

6.7.19.- 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.

El desarrollo o transición del peralte puede efectuarse con una curva de enlace, que regule la trayectoria del vehículo durante su recorrido en la transición, o sin curva de enlace, dependiendo de dos factores que son: El valor del radio de la curva que se peralta y la comodidad del recorrido vehicular para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte; existen tres métodos:

- a. Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
- b. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
- c. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

El método que se adopte depende en gran parte de la topografía del terreno y de las facilidades de drenaje. En función de estas consideraciones, el cálculo de la longitud total del desarrollo del peralte se lo realiza de la siguiente manera:

- a. Se determina si la transición del peralte la hacemos a lo largo de una curva de enlace. Si es así, se calcula la longitud de esta curva con la ecuación L_e .

b. Se calcula el valor de la sobrelevación que produce el peralte “e”

$$h = e * b$$

Donde:

h = Sobrelevación, m.

e = Peralte, %.

b = Ancho de la calzada, m.

Es para el caso de giro alrededor del eje.

c. 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 y se representa en el cuadro adjunto

$$L = \frac{h}{2 * i} = \frac{e * b}{2 * i} \text{ donde } i = \text{gradiente de borde, } i = \frac{e * b}{2} L$$

d. Se establece la relación entre “L” y “Le’ y se asume como longitud de la transición el valor que sea mayor, de los dos.

e. Se calcula la longitud de la transición del bombeo, en la sección normal, para lo cual se determina la diferencia de nivel del eje al borde de la vía:

$$S = \frac{b * P}{2}$$

S = Diferencia de nivel de eje al borde de la vía, en metros.

P = Pendiente transversal del camino, %.

b = Ancho de la calzada, m.

f. Se establece a continuación la longitud necesaria, dentro de la tangente, para realizar el giro del plano del carril exterior hasta colocarlo a nivel con la horizontal.

$$x = \frac{S}{i} = \frac{b * P}{2 * i}$$

g. Finalmente se establece la longitud total de transición.

$$L_T = L * X$$

El desarrollo del peralte, para el caso que se usen espirales se los hace dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud, repartiendo el sobreebanco mitad hacia el lado externo y mitad hacia el interno.

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace sin la curva de enlace, la longitud de transición se ubica 2/3 en la alineación recta y el 1/3 dentro de la curva circular.

Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse la mitad (0.5 L) en la recta y la mitad en curva circular.

Tabla 6.6 Gradiente Longitudinal (i) necesaria para el Desarrollo del Peralte

Vp´ Km/h	Valor de (i)	Máxima Pendiente Equivalente
20	0.800	1:125
25	0.775	1:129
30	0.750	1:133
35	0.725	1:138
40	0.700	1:143
50	0.650	1:154
60	0.600	1:167

Fuente Manual de Diseño Geométrico MOP

6.7.20.- Longitud de Transición

La longitud de transición sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes. La longitud mínima de determina según los siguientes criterios:

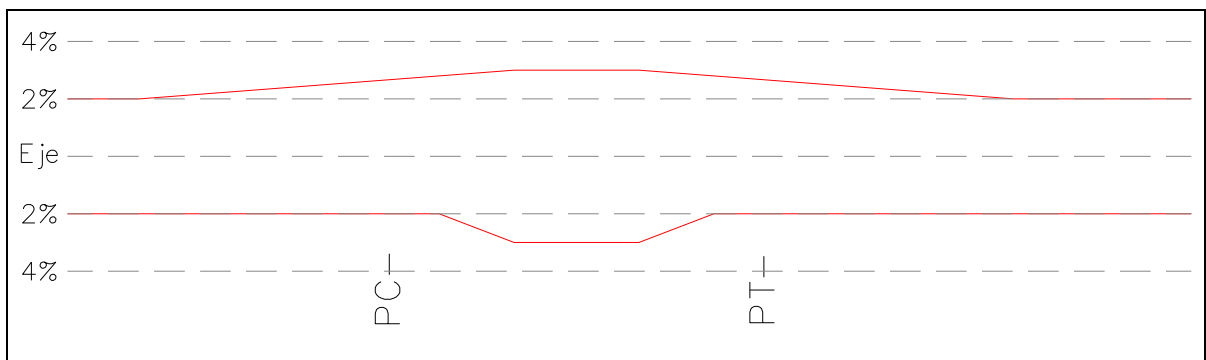
- La diferencia entre las pendientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos indicados en el cuadro anterior

- La longitud de transición según el primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos es decir:

$$L_{\min} = 0.56V \quad \text{Km/h}$$

La longitud de transición para caminos de 4 y 6 carriles se incrementa en 1,5 y 2,5 veces con respecto a la longitud para caminos de 2 carriles.

Gráfico No. 6.19 Longitud de Transición



Fuente Manual de Diseño Geométrico del Peru

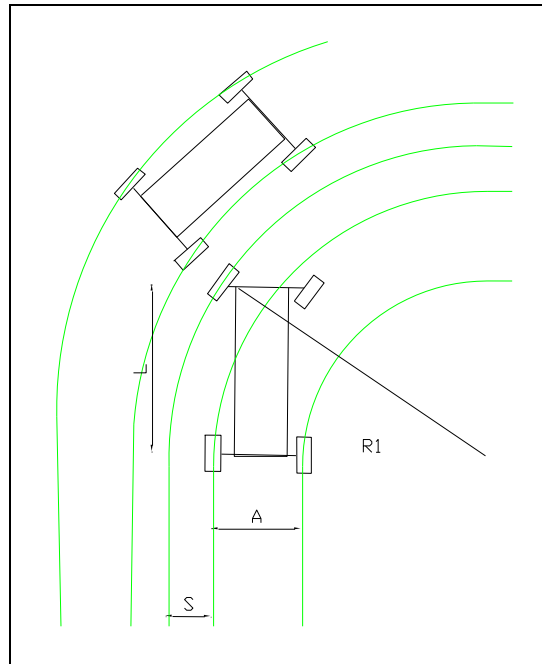
6.7.21.- Sobreancho en Curvas

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:

- a) 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.
- b) 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.

Gráfico No. 6.20 Esquema para Determinar el Sobreancho de un Carril en Curva



Fuente Manual de Diseño Geométrico MOP

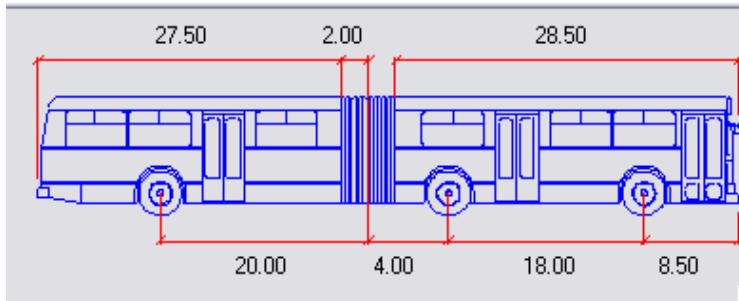
Cálculo del sobreeje para tractocamiones de 2 ejes y semiremolque de 1 eje

$$S = 2 \left[R - \sqrt{R^2 - (L_2^2 + L_3^2)} \right] + \left[\sqrt{R^2 + L_1(L_1 + 2L_3)} - R \right] \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

$$S = 2 \left[60 - \sqrt{60^2 - (5.5_2^2 + 7.30_3^2)} \right] + \left[\sqrt{60^2 + 2.6(2.6 + 2 * 7.3_3)} - 60 \right] + \frac{60}{10\sqrt{60}} = 62.55m$$

como se observa utilizando las dimensiones estándar de buses articulados en el que la distancia entre ejes (grafico de acuerdo a especificación ASSHTO 2001 medidas en pies)

Gráfico No.6.21 Bus Tipo



Fuente Auto Turn

La AASHTO, hace un análisis en el que intervienen los siguientes factores

1.- El ancho del vehículo de diseño

$$U = u + \sqrt{R^2 - L^2} = 2.60 + \sqrt{60^2 - 6.1} = 62.55m$$

u = Ancho normal de un vehículo el mismo que varía de 2,45 m a 2,60 m

L = La distancia entre el eje anterior y el eje posterior se asume 6,10 m

R = Radio de la curva

2.- El espacio lateral que necesita cada vehículo se asume:

Tabla 6.7 Espacio Lateral

Ancho de Calzada (m)	Valor C
6.00	0.60
6.50	0.70
6.70	0.75
7.30	0.90

Fuente Manual de Dideño Geométrico MOP

3.- El avance del voladizo delantero del vehículo sobre el carril adyacente mientras gira.

$$FA = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R$$

4.- El sobreancho adicional de seguridad que depende de la velocidad de diseño y el radio e curva.

$$Z = \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Si el ancho requerido para la calzada en la curva es A_c y el establecido para los tramos rectos es A_r el sobreancho será:

$$S_e = A_c - A_r$$

El ancho de la calzada de dos carriles en la curva debe ser:

$$A_c = 2(U + C) + FA + Z$$

6.7.22.- Valores de Diseño.

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores. En los cuadros correspondientes se indican los diversos valores de variación de los valores del sobreancho en función de la velocidad, el radio y del vehículo de diseño.

6.7.23.- Distribución del sobreancho, en la longitud de transición y en curva espiral

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva. A continuación se indican los puntos fundamentales que conciernen al diseño en este aspecto y son aplicables a ambos extremos de las curvas horizontales:

1. En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente. En las curvas diseñadas con espirales, el ensanchamiento se reparte por igual entre el borde interno y el borde externo del pavimento.
2. El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.
3. En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva.
4. Para el caso del alineamiento con curvas espirales, el ensanchamiento se lo distribuye a lo largo de la longitud de la espiral, obteniéndose la magnitud total de dicho ensanchamiento en el punto espiral-circular (EC)

El sobreebanco en la transición se distribuye proporcionalmente a la longitud de la espiral, o sea:

$$E' = \frac{E}{l_e} l$$

E' = es el sobreebanco en una sección que está a “ l ” metros de “TE” m.

l_e = es la longitud de la espiral, m.

E = es el sobreebanco total en la curva, m.

l = distancia considerada desde el “TE” para establecer E' , m.

En función a esta fórmula se tendrá un sobreebanco $E = 0$ en el “TE”, el sobreebanco total en el “EC”, y la orilla inferior de la calzada tendría la forma de un espiral modificada.

6.7.24.- Criterios generales

1. En general, el proyectista debe combinar curvas amplias con tangentes largas en la medida que permite el terreno. Siempre debe tomarse en cuenta en el trazado los aspectos de seguridad y estética de los carriles.
2. El diseñador debe trazar generalmente curvas de grandes radios, evitando los mínimos específicos para las velocidades de diseño y reservándolos para los casos de condiciones críticas.
3. No deben colocarse curvas agudas en los extremos de tangentes largas y deben evitarse cambios súbitos de curvaturas amplias a curvaturas cerradas.
4. Para pequeños ángulos de deflexión, las curvas deben ser suficientemente largas para no dar la apariencia de un cambio de dirección forzado.
5. Hay que tener precaución en el empleo de curvas circulares compuestas para que la medida del radio mayor no exceda de una y media veces a la medida del radio menor.
6. Deben evitarse tangentes cortas entre dos curvas de la misma dirección.

6.7.25.- Distancias de Visibilidad

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una vía, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad.

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

1. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

Debemos tomar en cuenta que en la ciudad las por las restricciones de línea horizontal en un carril exclusivo se dará en curvas hasta de 90^a delimitadas por edificaciones

urbanas en las cuales la velocidad de circulación bajara a 5 Km/h. Al ser carril exclusivo a las velocidades descritas no necesita un calculo de distancia de rebasamiento.

En relación a la distancia de rebasamiento solo se presentará en sistemas BRT que tiene rutas Expresas y rutas Normales, esto quiere decir que habrá rutas que tienen parada solo al final de la ruta o en estaciones especiales, mientras que las ruta normal tendrá que parar en todas las paradas, el rebasamiento solo se podrá hacer en paradas que están previstas con doble carril y con el vehículo parqueado en la parada, por lo que no necesita incremento de velocidad, por lo que tampoco necesita un calculo de distancia de rebasamiento excepto el necesario para hacer la maniobra con el bus parqueado que se describe a continuación.

Tabla 6.8 Distancia de Rebasamiento

TIPO DE BUS según AASHTOM 2001	LARGO DEL BUS (M)	DISTANCIA DE REBASAMIENTO
Bus Convencional	10.90	55.00
Bus Urbano	12.20	61.00
Bus Articulado	18.30	91.00
Bus Bi Articulado	24.00	120.00

Fuente: Ing Freddy Larenas

6.7.26.- Distancia de cruce (Dc). (CE)

Es la distancia de visibilidad libre de obstáculos que requiere un conductor de un vehículo que está detenido en un cruce de carreteras para atravesar la vía perpendicular a su sentido de circulación cuando visualiza a un vehículo que viene en esa vía. Su magnitud se determina utilizando la siguiente Ecuación.

$$DC = \frac{V}{3.6} \left(t_r + \sqrt{\frac{d+w+z}{4.9(j+i)}} \right) = \frac{60}{3.6} \left(3 + \sqrt{\frac{5+3.65+18.3}{4.9(0.06+12)}} \right) = 61.25m$$

t_r = Tiempo de percepción - reacción (3seg)

w = Ancho de la calzada en m.

z = Longitud del vehículo en m.

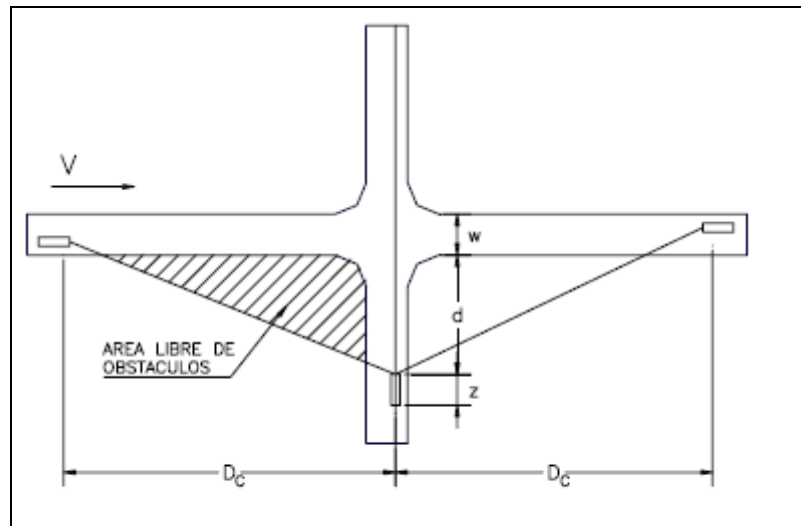
d = Distancia entre línea de parada y bordillo en m

v = Velocidad de proyecto de vía principal en Km/h.

j = Aceleración del vehículo en "g" (para camión 0.06)

i = Pendiente longitudinal de vía de vehículo detenido

Gráfico No. 6.22 Visibilidad de Cruce



Fuente Manual de Diseño geométrico Ecuador

6.7.27.- 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.

6.7.28.- Gradientes

En ciudades de la sierra especialmente, se tiene condiciones de pendientes establecidas por la topografía de las mismas, las cuales se deberá considerar cuando se analicen las

características de los vehículos los cuales deberán tener un motor lo suficientemente fuerte para no bajar drásticamente la velocidad de circulación y evitar el sobre esfuerzo del mismo el cual repercutirá en la vida útil del mismo.

6.7.29.- 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.

6.7.30.- Longitudes Críticas de Gradiente para el Diseño

Para establecer los valores de diseño de las longitudes críticas de gradiente, se asume lo siguiente:

1. Un bus cargado tal que la relación de su peso-potencia (Libras por cada H.P.) sea aproximadamente igual a 400.

$$H.P = \frac{66138.68}{400} = 165HP$$

2. La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de la velocidad del vehículo que circula cuesta arriba; esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene una mayor longitud crítica de gradiente.

3. Se establece una base común en la reducción de la velocidad, fijándola en 25 kph para efectos de la determinación de la longitud de la gradiente crítica promedio.

6.7.31.- Curvas Verticales.

Las curvas verticales pueden ser de varios tipos. La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una via es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Las

ordenadas de la parábola a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia horizontal a partir del punto de tangencia y está expresada por la siguiente fórmula:

$$Y = \left[\frac{2X}{L} \right]^2 * h \quad \text{siendo } h \text{ la ordenada máxima en el punto PIV y que se expresa por:}$$

$$h = \frac{AL}{800}$$

A = Diferencia algebraica de gradientes, expresada en porcentaje

X = Distancia horizontal medida desde el punto de tangencia hasta la ordenada, expresada en metros.

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

La relación L/A expresa la longitud de la curva en metros, por cada tanto por ciento de la diferencia algébrica de gradientes; esta relación, denominada K, sirve para determinar la longitud de las curvas verticales para las diferentes velocidades de diseño.

6.7.32.- Curvas Verticales Convexas.

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = \frac{AS^2}{426}$$

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

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

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

$$L=K*A$$

En los cuadros anteriores se indican los diversos valores de K para las diferentes velocidades de diseño y para las diversas clases de carreteras, respectivamente.

Tabla 6.9 Curvas Verticales Convexas Mínimas

Velocidad de Diseño Kpm	Distancia de Visibilidad para parada “s” metros	Coeficiente $K = S^2 / 426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12

Fuente Manual de Diseño Geométrico MOP

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

$$L_{\min} = 0.60V$$

en donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

Las diversas longitudes de las curvas verticales convexas que proveen distancias de visibilidad para parada

6.7.33.- Curvas Verticales Cóncavas.

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.

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{AS^2}{122 + 3.5S}$$

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

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

$$L = K A$$

Se indican los diversos valores de “K” para las diferentes velocidades de diseño y para las varias clases de carretera, respectivamente.

Tabla 6.10 Curvas Verticales Cóncavas Mínimas

Velocidad de Diseño	Distancia de visibilidad parada (m)	Coeficiente $K=s^2/122+3,5 S$	
		Calculo	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13

Fuente Manual de Diseño Geométrico MOP

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$L_{min} = 0,60 V$ en donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

6.7.34.- Fórmulas para el cálculo de curvas verticales

Curvas Asimétricas.-

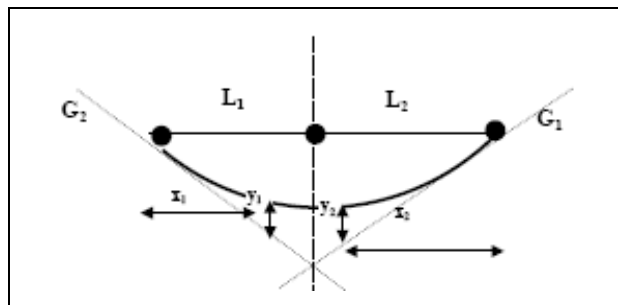
Tienen mucha aplicación cuando se trata de ajustar el proyecto vertical a rasantes existentes, o en las rampas de intercambiadores, ya que son mucho más versátiles que las curvas simétricas.

Datos:

- Gradientes de entrada y salida
- Abscisa y cota del PIV
- Longitud del PCV al PIV (L_1)
- Longitud del PIV al PTV (L_2)

Para el cálculo de estas curvas se utilizan las siguientes ecuaciones:

Gráfico No. 6.23 Curvas Asimétricas



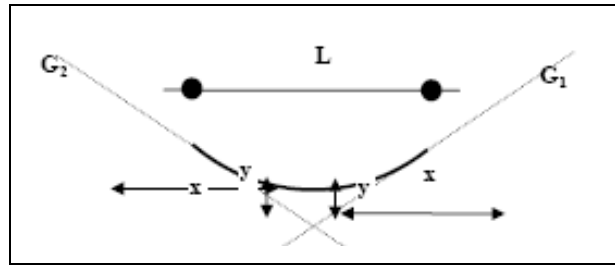
Fuente Manual de Diseño geométrico Ecuador

$$A = G_2 - G_1 \text{ (en \%)}$$

$$Y_1 = \frac{A}{L_1 + L_2} * \frac{L_2}{L_1} * \frac{X_1^2}{200}$$

$$Y_2 = \frac{A}{L_1 + L_2} * \frac{L_2}{L_1} * \frac{X_2^2}{200}$$

Gráfico No. 6.24 CURVAS SIMÉTRICAS.



Fuente Manual de Diseño geométrico Ecuador

$$Y = \frac{A}{200L} * X^2$$

$$H = \frac{AL}{800}$$

6.7.35.- Criterios Generales para el Alineamiento Vertical

1. Se deben evitar los perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro; esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves.
2. Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas.
3. En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima; también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto de pendiente suave en el cual los vehículos pesados pueden aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo con pendiente máxima, en vez de proyectar un tramo largo de una sola pendiente aunque ésta sea algo más suave. En la selección de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada.

6.7.36.- Combinación de los Alineamientos Verticales y Horizontales

Se puede obtener una adecuada combinación del alineamiento horizontal y del perfil vertical mediante un apropiado estudio de ingeniería, tomando en cuenta los siguientes puntos:

1. Se debe evitar un alineamiento horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas. Un buen diseño se consigue conciliando los dos criterios para lograr seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad de operación de los vehículos.
2. No deben introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de la cima de curvas verticales convexas pronunciadas. Esto se puede evitar haciendo que la curva horizontal sea más larga que la curva vertical.
3. Se deben evitar curvas horizontales agudas en o en las inmediaciones del punto más bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas.
4. En carreteras de dos carriles, la necesidad de dotarlas de tramos para rebasamiento de vehículos a intervalos frecuentes, prevalece sobre la conveniencia de la composición de los alineamientos horizontal y vertical.
5. Es necesaria la provisión de curvas de grandes radios y gradientes suaves, a la medida que sea factible en la vecindad de las intersecciones de carreteras.
6. En el diseño de autopistas rurales deben estudiarse las ventajas de la localización de las dos calzadas de una sola vía en forma independiente, haciendo variar el ancho de la isla central para adaptar las calzadas al terreno en la manera más eficaz.

Es muy importante que la coordinación entre el alineamiento horizontal y el perfil vertical se efectúe durante el diseño preliminar, ajustado el uno o el otro hasta obtener el resultado más conveniente en base a un análisis gráfico de los varios elementos que influyen en un diseño equilibrado.

6.7.37.- Secciones Transversales Típicas

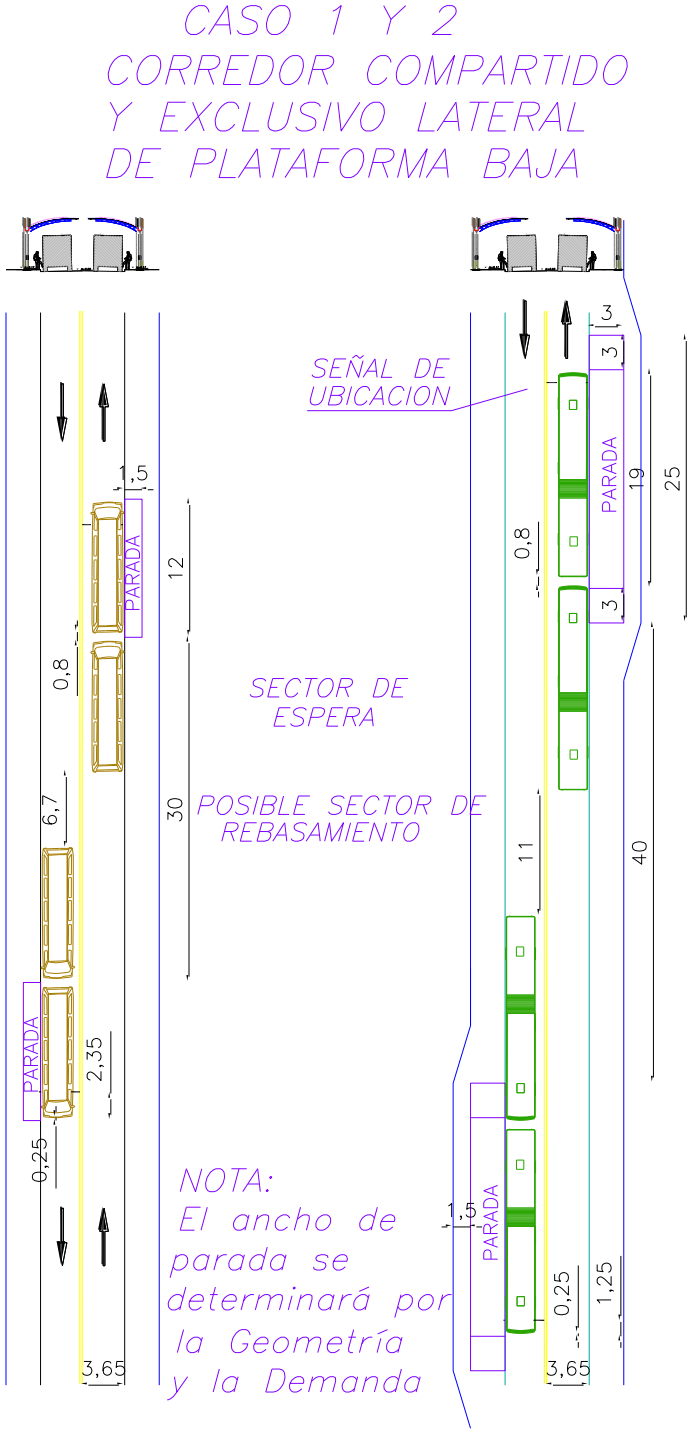
La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, 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.

Tabla 6.11 Radios Mínimos para Distribuidores

RADIO DEL REDONDEL (m)	ANCHO DE LA VÍA DEL REDONDEL (m)		
	1 vehículo articulado	1 vehíc. Articulado 1 liviano	1 vehíc. articulado + 2 livianos
5	7,6	11.7	
8	7,1	11.2	
10	6,7	10.8	
12	6,5	10.3	
14	6.2	10.1	
16	6.0	9.9	
18	5.9	9.7	
20	5.7	9.6	13.5
22	5.6	9.5	13.4
24	5.5	9.4	13.3
26	5.4	9.3	13.2
28	5.4	9.2	13.0
30	5.3	9.1	12.9
50	5.0	8.8	12.6
100	4.6	8.4	12.2

Fuente: Manual de Arquitectura y Urbanismo DMQ

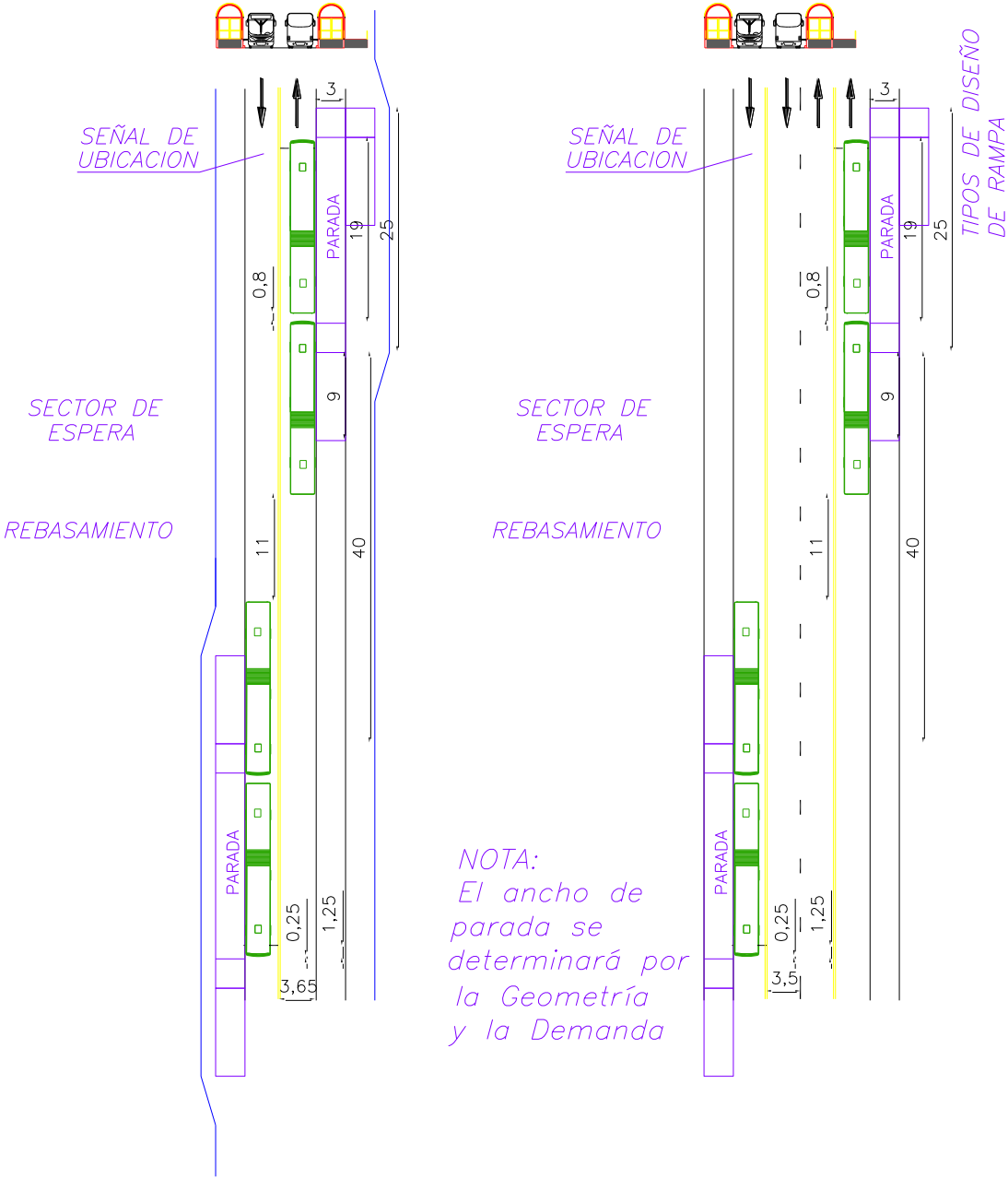
Gráfico No. 6. 25 Corredor Compartido y Exclusivo Lateral Plataforma Baja



Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 26 Corredor Exclusivo Lateral de plataforma Alta

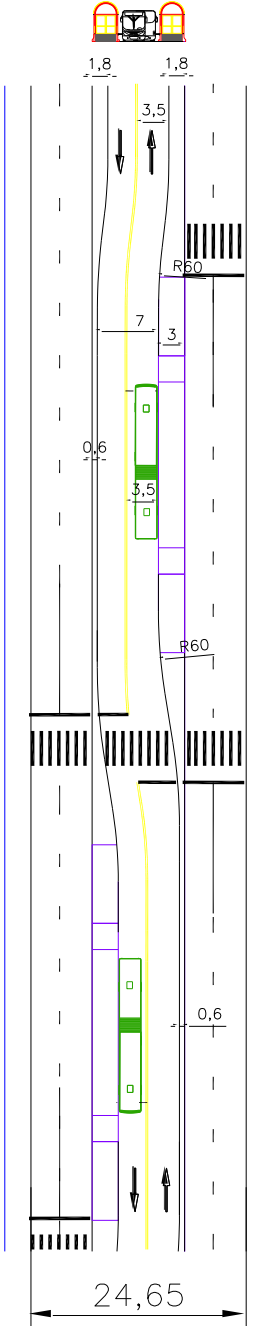
CASO 3
CORREDOR EXCLUSIVO
LATERAL DE
PLATAFORMA ALTA



Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 27 Corredor Exclusivo Central de Parada Lateral sin Rebasamiento

CASO 4
CORREDOR EXCLUSIVO CENTRAL
PARADA LATERAL
SIN REBASAMIENTO

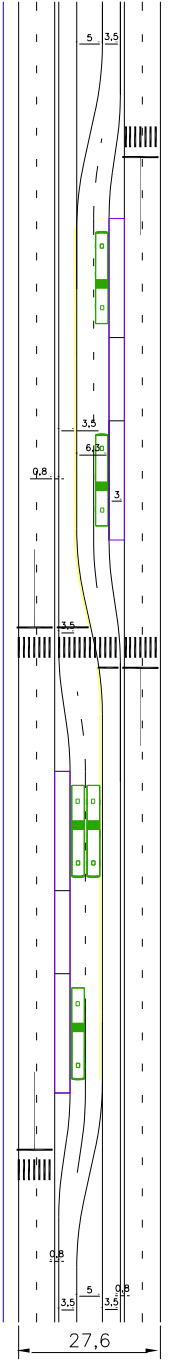


NOTA:
El ancho de
parada se
determinará por
la Geometría
y la Demanda

Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 28 Corredor exclusivo Central Plataforma lateral con Rebasamiento

CASO 5
CORREDOR EXCLUSIVO CENTRAL
PARADA LATERAL
CON REBASAMIENTO

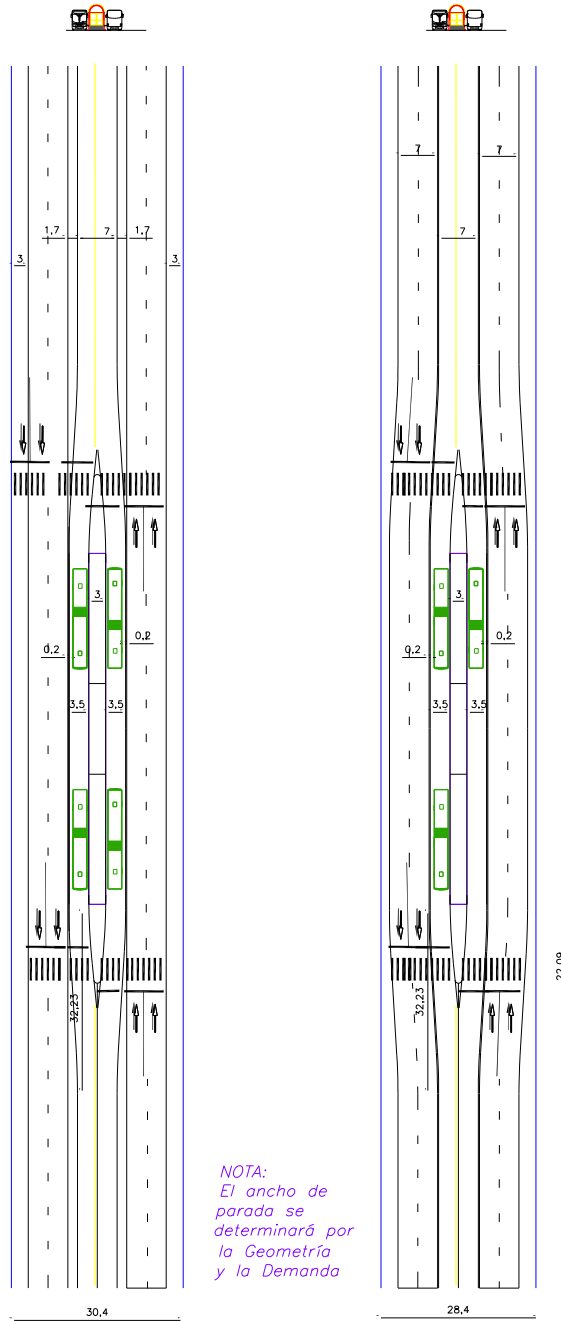


NOTA:
El ancho de
parada se
determinará por
la Geometría
y la Demanda

Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 29 Corredor Exclusivo Central Parada Central Sin Rebasamiento

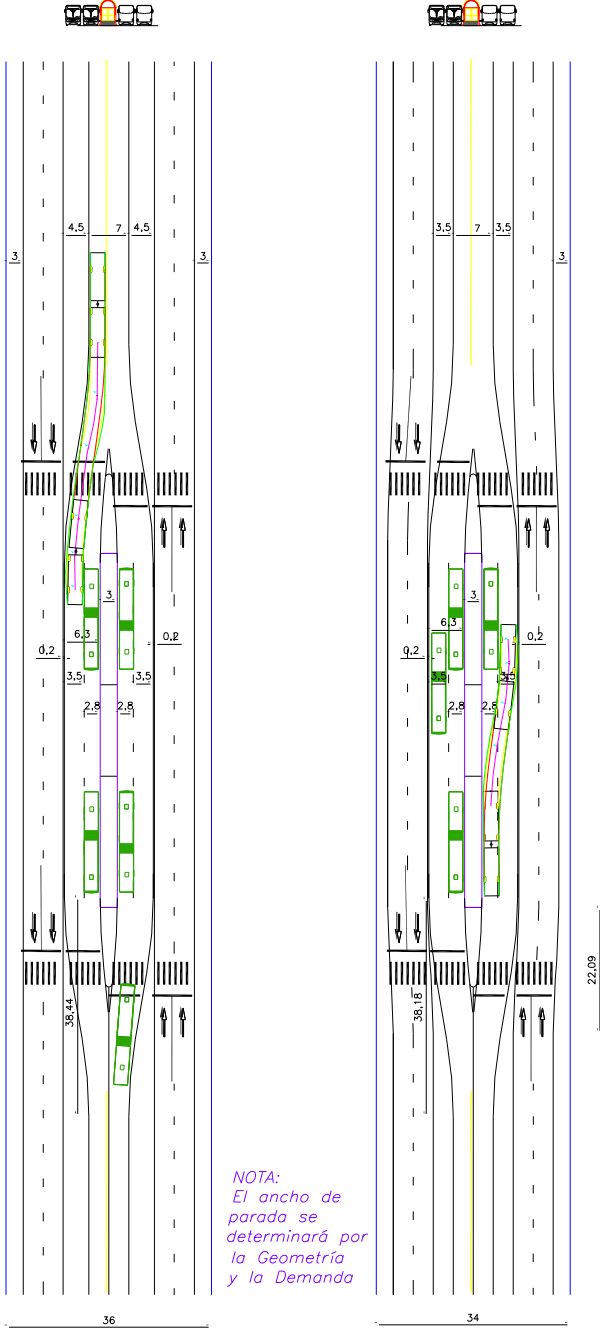
CASO 6
 CORREDOR EXCLUSIVO CENTRAL
 PARADA CENTRAL
 SIN REBASAMIENTO



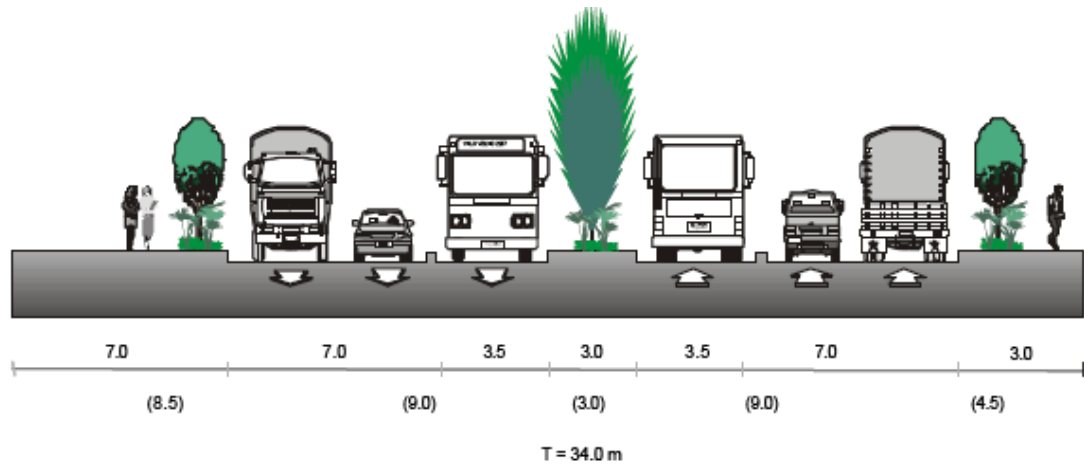
Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 30 Corredor Exclusivo Central Parada Central con Rebasamiento

CASO 7
 CORREDOR EXCLUSIVO CENTRAL
 PARADA CENTRAL
 CON REBASAMIENTO



Fuente: Ing Freddy Larenas



Fuente: SITC

6.7.38.- Intersecciones Viales

A nivel local y más específicamente en una intersección urbana, el problema de tránsito debe analizarse de una manera secuencial, la solución como intersección no semaforizada, posteriormente como glorieta, luego como intersección semaforizada y finalmente como intersección a desnivel.

La planta y alzado de una intersección está condicionada por los siguientes factores: Prima la importancia de los giros; en especial, de los giros a la izquierda, cuya prohibición o resolución es determinante, la velocidad e intensidad de tráfico de las vías principales y por último las intensidades peatonales que cruzan la intersección y la existencia de itinerarios ciclistas y paradas de transporte colectivo.

Se recomienda que el movimiento principal de cruce en un enlace se resuelva en el nivel inferior ya que de esta manera disminuye el impacto visual y sonoro del tráfico más importante, además da lugar a menores dimensiones y menores costos de las estructuras elevadas que es necesario realizar.

6.7.39.- Elementos de una Intersección Vial

Datos Funcionales: Clasificación, tipo de control de accesos, velocidad, preferencia de paso, etc.

Datos Físicos: Se refiere a la topografía, así como a las restricciones existentes para extender las superficies, tales como usos del suelo, características geológicas y geotécnicas, edificaciones, plantaciones, tipos de drenajes, etc.

Datos de Tránsito: Incluye los volúmenes de tránsito, análisis de cada movimiento en la hora pico, la capacidad, vehículo tipo para el que se proyecta la intersección, velocidad en los accesos, el flujo peatonal.

Movimientos Peatonales: Los movimientos peatonales se deben tener presentes ante todo en las intersecciones que hacen parte o son afectadas por la zona de influencia de centros comerciales, hospitales, escuelas, universidades, etc. Se deben tener en cuenta si existen puentes peatonales o zonas como los pasos “cebra”, que faciliten el flujo peatonal.

Relación con otras intersecciones: La uniformidad y sincronización de las intersecciones son muy importantes para no desorientar al usuario.

Es importante saber el número y tipo de conflictos que se presentan en la intersección, así como la frecuencia con que ocurren, ya que éste depende del volumen de tránsito que se encuentre en cada trayectoria de flujo. En las intersecciones debe existir una visibilidad continua a lo largo de los caminos que se cruzan para permitir a los conductores que se acercan simultáneamente, verse entre sí con la anticipación necesaria.

6.7.40.- Pos de intersecciones

Las intersecciones tienen una clasificación que va desde las más simples hasta las más complejas, las cuales son necesarias analizar para la toma de una decisión. En orden de importancia son: Intersecciones a nivel simples, Intersecciones a nivel con carriles

adicionales para cambios de velocidad, Intersecciones canalizadas, Glorietas, Intersecciones a desnivel.

6.7.41.- Principios para el diseño y mejoramiento de las intersecciones a nivel

Reducir el número de puntos conflictivos en los movimientos vehiculares, controlar la velocidad relativa de los vehículos tanto de los que entran como de los que salen de la intersección, coordinar el tipo de dispositivos para el control de tránsito a utilizar (como las señales de alto o los semáforos) con el volumen de tránsito que utiliza la intersección, seleccionar el tipo apropiado de intersección de acuerdo con el volumen de tránsito servido.

Los volúmenes bajos pueden ser servidos sin la necesidad de algún tipo de control, mientras que los niveles altos requerirán tratamientos más caros y sofisticados como los carriles exclusivos de giros o la separación de niveles mediante estructuras, separar los carriles exclusivos de giros izquierdos y/o derechos, cuando los volúmenes de tránsito sean altos; Evitar maniobras múltiples y compuestas de convergencia y divergencia. Las convergencias y divergencias múltiples requieren decisiones complejas por parte de los conductores además que crean conflictos adicionales; separar puntos de conflicto adicionales. Los peligros y demoras en las intersecciones se incrementan cuando las áreas de maniobra de la intersección están demasiado cerca o cuando éstas se traslapan. Estos conflictos deben separarse para proporcionar a los conductores suficiente tiempo y distancia entre maniobras sucesivas para adaptarse a la situación del tránsito dada.

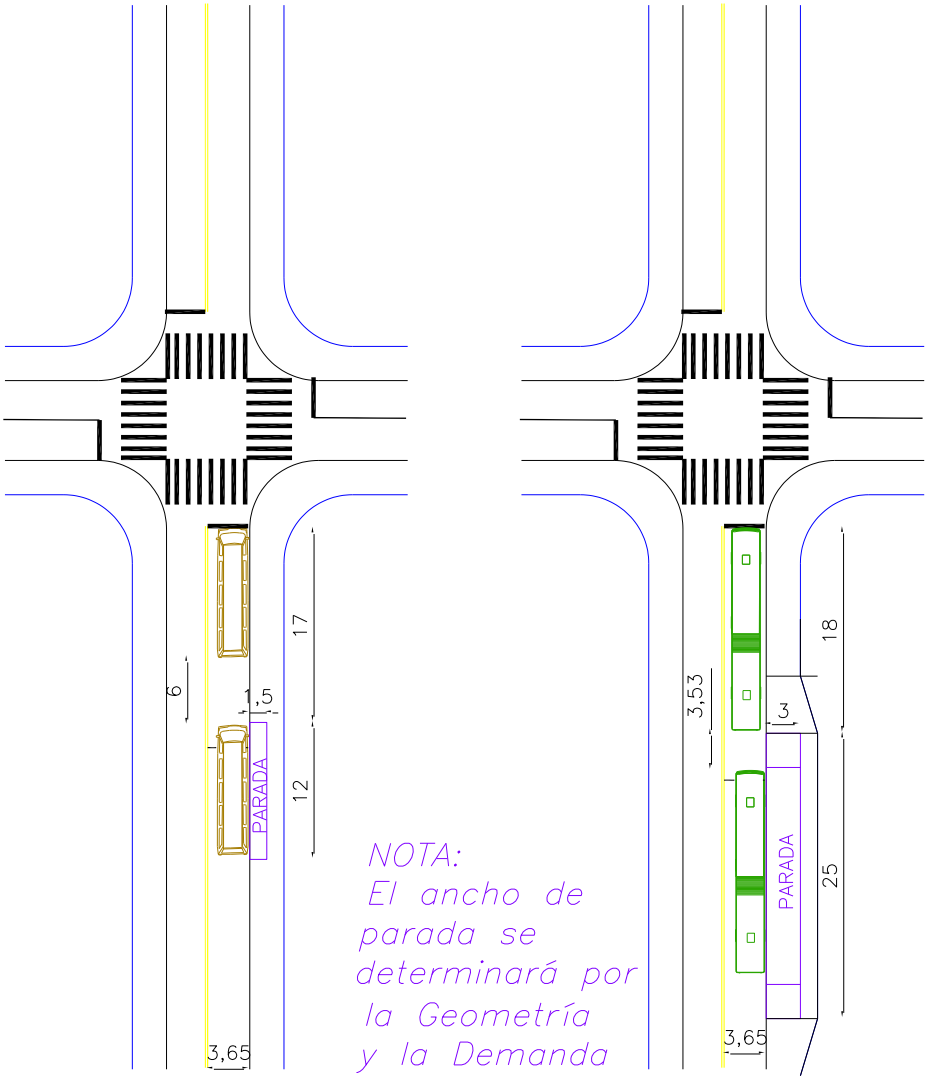
Favorecer a los flujos más fuertes o más rápidos, dándoles preferencia en el diseño de la intersección para minimizar peligros y demoras, Reducir el área de conflicto. Un área excesiva que forma una intersección causa confusión a los conductores y provoca operaciones ineficientes. Cuando las intersecciones tienen excesivas áreas de conflicto, debe emplearse una canalización adecuada, separar los flujos no homogéneos. Deben proporcionarse carriles separados en las intersecciones donde existen volúmenes de tránsito considerables que viajan a velocidades diferentes, considerar las necesidades de

los peatones y las bicicletas. Deberán proporcionarse andenes de refugio, cuando los peatones tengan que cruzar calles amplias, que de lo contrario tendrían hacerlo en un solo trayecto.

- Para un determinado número de carriles es la más angosta y por eso requiere menos derecho de vía
- Es la más manejable para el diseño de intersecciones.
- Permite a los vehículos distribuirse libremente entre todos los carriles de circulación y así aprovechar toda la capacidad potencial de la vía.
- En el caso de tramos de doble sentido y con flujos relativamente bajos, esta sección permite el acceso directo a las propiedades colindantes desde ambos sentidos de circulación, quedando así, no son necesarios los retornos en U.
- La principal desventaja de una sección sencilla es que, en el caso de tramos con una alta velocidad de marcha (promedio superior a los 50 km/h) no ofrece ninguna protección contra choques de frente.
- En el caso de tramos de alta velocidad de marcha (promedio de 50 km/h o más) un camellón central suficientemente ancho o con una barrera central, reduce la posibilidad de choques de frente, siempre y cuando se respeten los lineamientos sobre espacio lateral libre
- Un camellón central da la posibilidad de construir carriles para retornos en U y vueltas a la izquierda protegidos del tránsito de frente y así disminuir el riesgo de choques de alcance.

Gráfico No. 6. 32 Corredor Compartido y Exclusivo Lateral de Plataforma Baja en Intersección

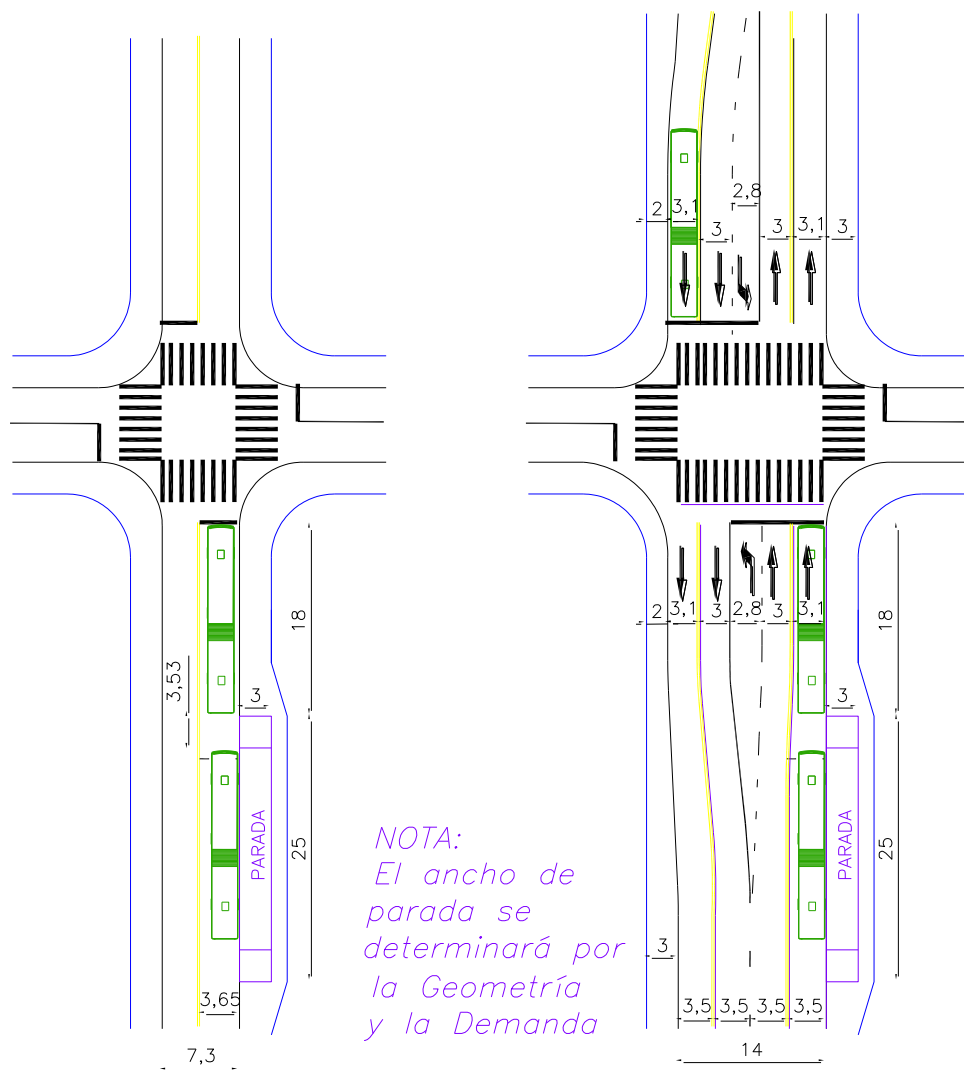
CASO 1 Y 2
CORREDOR COMPARTIDO
Y EXCLUSIVO LATERAL
DE PLATAFORMA BAJA
EN INTERSECCION



Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 33 Corredor Exclusivo Lateral de Plataforma Alta en Intersección

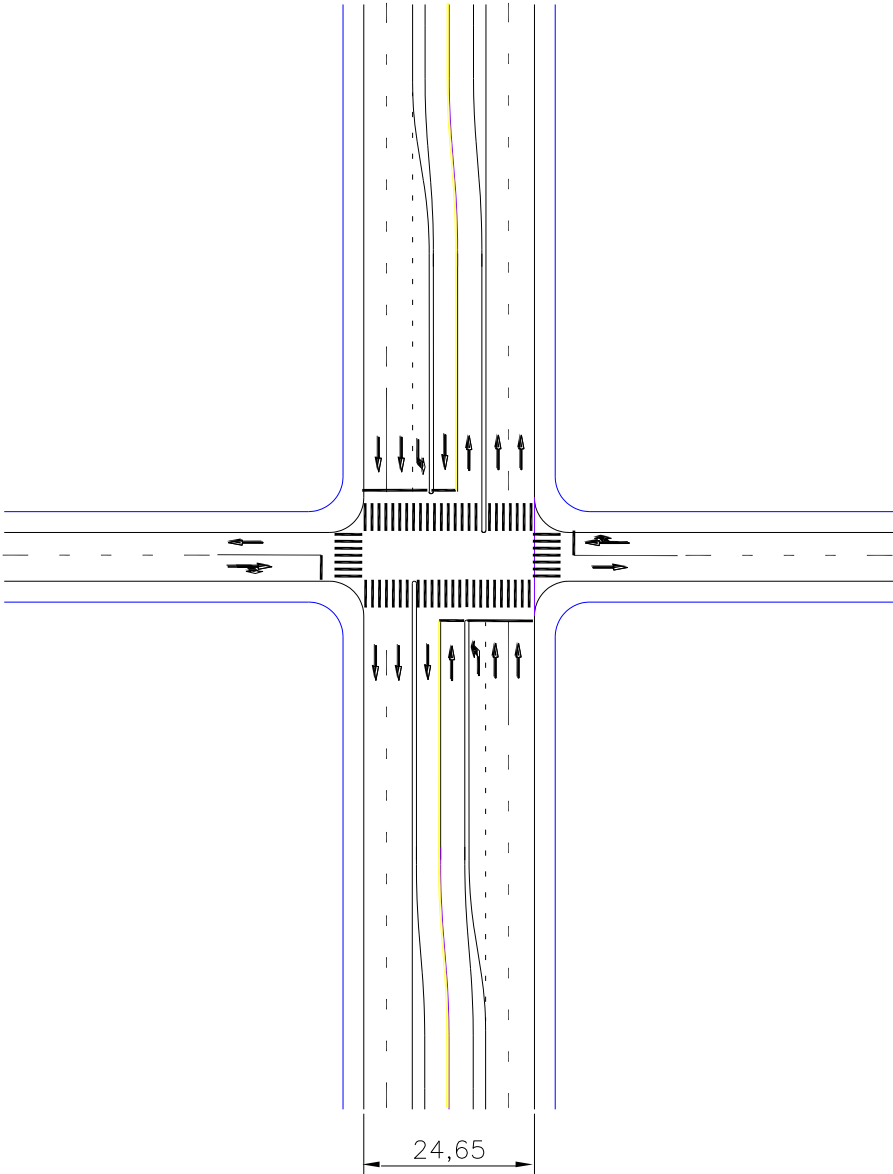
CASO 3
CORREDOR EXCLUSIVO
LATERAL DE
PLATAFORMA ALTA
EN INTERSECCION



Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 34 Corredor Exclusivo Central de Parada Lateral en Intersección

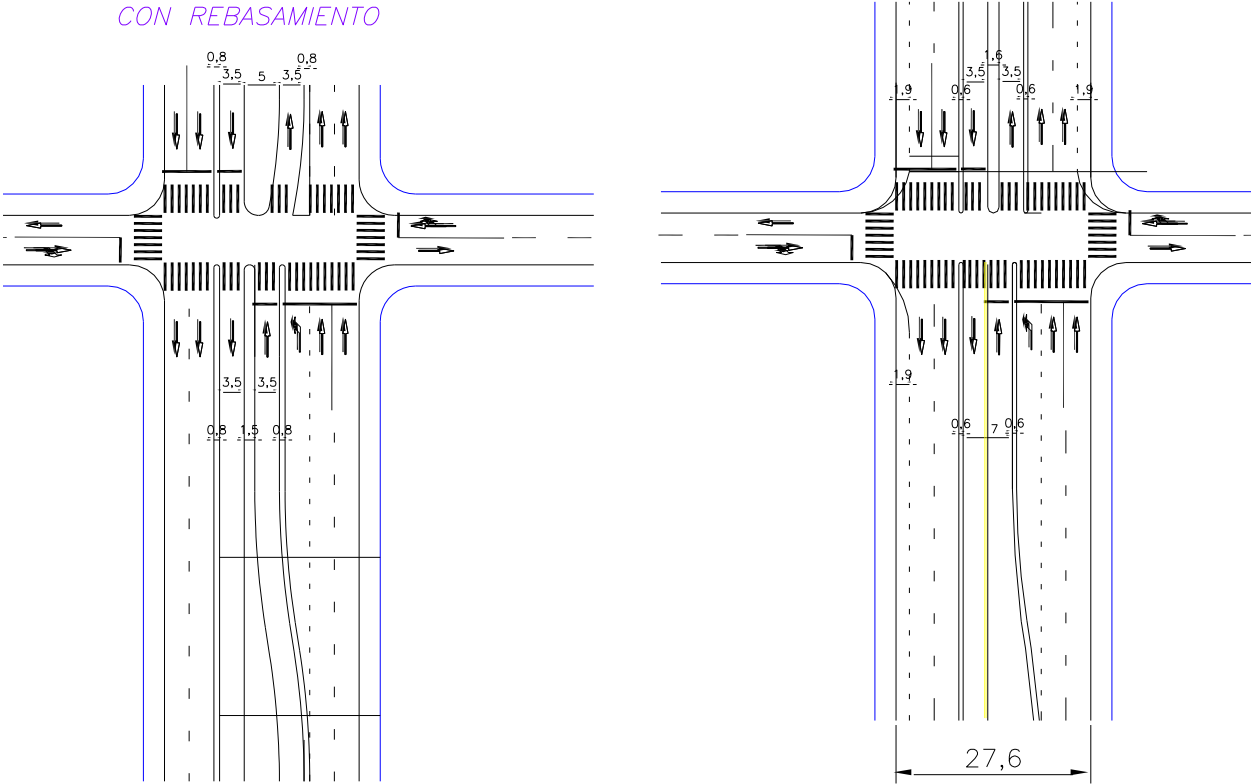
CASO 4
CORREDOR EXCLUSIVO CENTRAL
PARADA LATERAL
SIN REBASAMIENTO



Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 35 Corredor Exclusivo Central de Parada lateral en Intersección

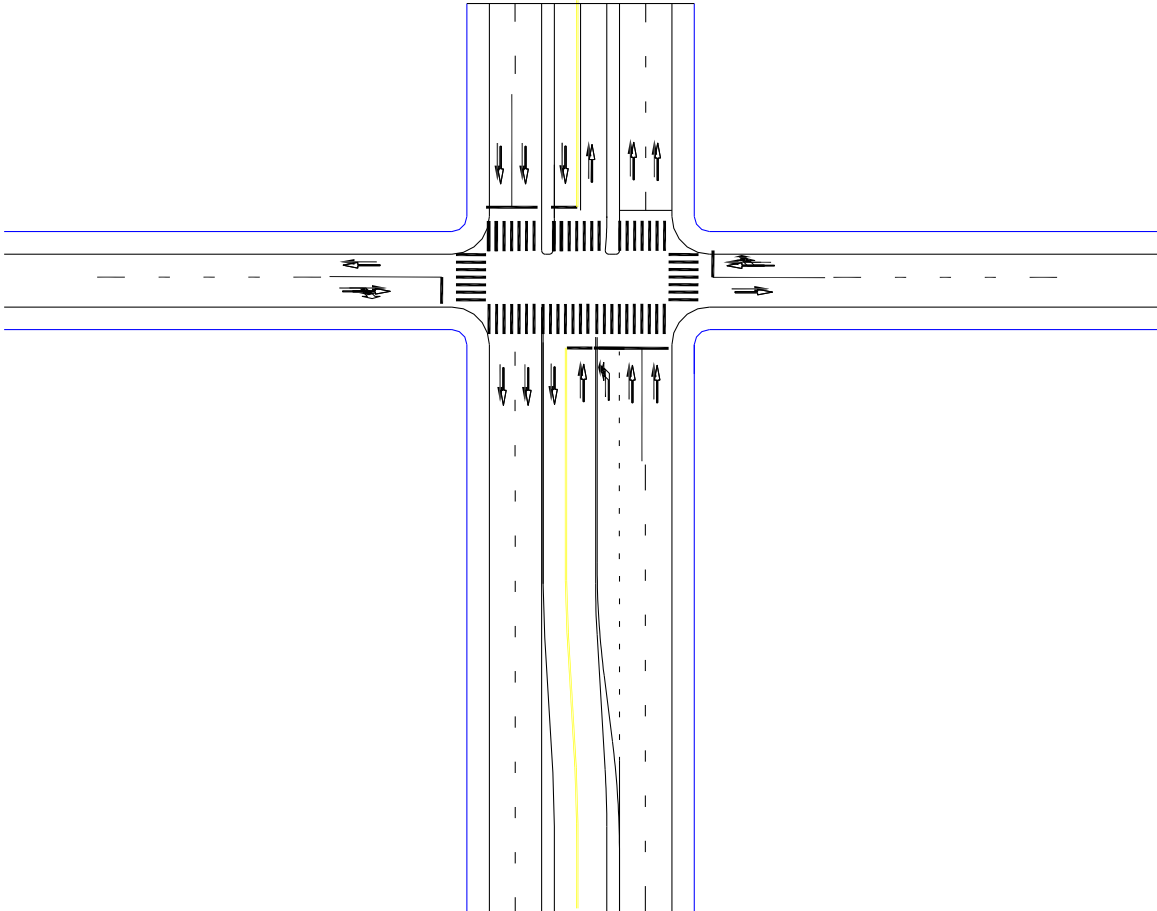
CASO 5
CORREDOR EXCLUSIVO CENTRAL
PARADA LATERAL
CON REBASAMIENTO



Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 36 Corredor Exclusivo Central de Parada Central en Intersección

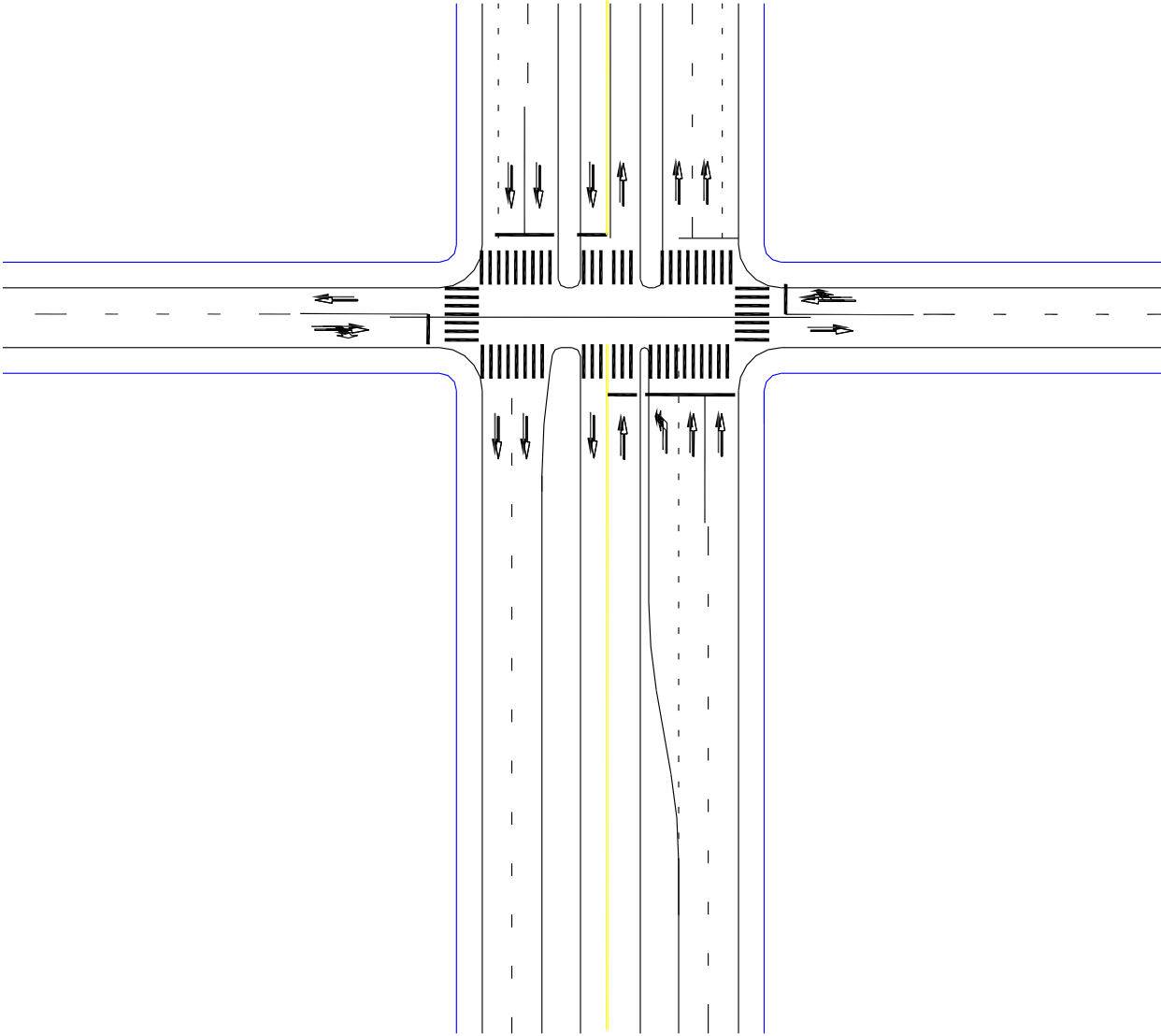
CASO 6
CORREDOR EXCLUSIVO CENTRAL
PARADA CENTRAL
SIN REBASAMIENTO



Fuente: Ing Freddy Larenas

Gráfico No. 6. 37 Corredor Exclusivo Central de Parada Central en Intersección

CASO 7
CORREDOR EXCLUSIVO CENTRAL
PARADA CENTRAL
CON REBASAMIENTO



Fuente: Ing Freddy Larenas

6.7.42.-Intersecciones a desnivel

Es la zona en la que dos o más calles se cruzan a distinto nivel para el desarrollo de todos los movimientos posibles de cambio de una vía a otra, minimizando el número de puntos de conflicto; Son necesarias cuando las intersecciones a nivel no tienen la capacidad suficiente para ofrecer los movimientos de la intersección.

Su diseño depende de factores como los volúmenes horarios de proyecto, el carácter y la composición del tránsito y la velocidad del proyecto.

En las intersecciones a desnivel, el tráfico de paso circula por calzadas con el mismo nivel de diseño que el tronco de la vía. Los ramales de un enlace tienen que adaptar su velocidad de salida a las condiciones de las vías de entrada. En el medio urbano, la vía secundaria puede tener características muy estrictas de velocidad y capacidad, por lo que el enlace ha de ser capaz de absorber importantes reducciones de velocidad.

En ramales con longitudes muy estrictas y cambios bruscos de velocidad, es importante una adecuada señalización vertical y horizontal para conseguir un buen nivel de seguridad, Aumentar la capacidad o el nivel de servicio de intersecciones importantes, con altos volúmenes de tránsito y condiciones de seguridad insuficientes y Mantener el flujo vehicular de una vía importante como autopista o avenida.

6.7.43.- Componente Socio Ambiental

La problemática ambiental ligada al transporte afecta el aire, el agua, los suelos y a la calidad de vida de los habitantes. Desde la perspectiva ambiental, en los últimos años se ha generado a escala nacional e internacional, un incremento en la concientización en la temática ecológica, involucrándose en la concepción de los proyectos y en la fase de estudio en donde anteriormente no se consideraba la componente ambiental. La interacción de la ciudad con las infraestructuras del transporte y sus respectivas operaciones, aunque buscan; eficiencia, productividad y competitividad de la ciudad, es

indudable que propician diversos efectos nocivos dentro del escenario urbano y fuera de el; Con el exceso de contaminación en las ciudades, los impactos ambientales de las acciones de transporte revisten cada vez mayor importancia. Los impactos ambientales del transporte se relacionan con cuatro áreas principales: la contaminación del aire, contaminación por ruido, deterioro del paisaje urbano, la creación de barreras artificiales al movimiento de las personas.

Todo proyecto a realizarse en el espacio público, sin importar su énfasis, debe expresar claramente sus objetivos, y desde el punto de vista paisajístico-ambiental, tales objetivos deben plantearse en los siguientes términos:

Ecológicos- Ambientales: Referidos a la ecoeficiencia del conjunto, como mínimo en las siguientes tres maneras de abordarlos:

- 1) mediante el respeto por las condiciones naturales y ambientales preexistentes, cuando ellas lo ameriten
- 2) compensando las alteraciones inherentes a la realización del proyecto
- 3) haciendo nuevos y específicos aportes para el mejoramiento ambiental y paisajístico del entorno del proyecto.

Físico - Urbanos: Referidos a la funcionalidad y habitabilidad de los espacios. Por ejemplo, frente al aumento de la movilidad urbana como un objetivo, debe plantearse el rediseño urbano para minimizar la necesidad de movilización innecesaria.

Humanos: Referidos tanto al individuo, como a los diversos grupos, en cuanto a la satisfacción de las necesidades espirituales y anímicas, paralelamente con las necesidades de espacio: físicas y sociales.

6.7.44.- Ruido

La rodadura de un vehículo, las explosiones de carburante, las vibraciones producidas por los motores y su mecánica interna constituyen una importante fuente de ruido en las

ciudades. El conocimiento del problema global del ruido producido por los vehículos en la ciudad es una premisa básica para tomar decisiones en el diseño de las vías urbanas.

Existen numerosos métodos para el cálculo teórico de los niveles del ruido producido por el tráfico en una carretera desarrollados principalmente en Francia, Estados Unidos, Alemania e Inglaterra cuyo resultado arroja la estimación de este nivel en las fachadas colindantes a la Vía. La mayor parte de los modelos de medición obtienen como resultado los niveles a cierta distancia y altura del borde de la calzada. Se intenta con ello simular los efectos en los peatones y sobre las viviendas ubicadas en las márgenes de la carretera. El indicador usualmente aceptado del nivel de ruido es el nivel sonoro continuo equivalente.

Los niveles de ruido producido por el tráfico que circula por una carretera urbana pueden obtenerse de dos maneras: por un lado, modelos teóricos permiten pronosticar niveles de ruido en función de datos de tráfico y las características geométricas (en el caso de vías nuevas); por otro lado, en las vías existentes por las que circulan vehículos será necesario realizar mediciones sistemáticas en puntos escogidos que permitan obtener un conocimiento real y la verificación de valores.

6.7.45.- Señalización

Los dispositivos para el control de tránsito son las señales, semáforos y cualquier otro dispositivo, que la autoridad pública competente coloque sobre o adyacente a las calles y carreteras, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas, sobre la manera correcta y segura de circulación. Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones o prevenciones que deben tener en cuenta, las limitaciones o restricciones que gobiernan la circulación y las informaciones o guías estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la calle o carretera.

Para evitar la inflación de señales que lleve a su trivialización es preferible emplear sólo las precisas y conseguir así una mejor atención. En áreas urbanas, evitar la confusión

con otros símbolos, la ocultación por la vegetación o por los vehículos parqueados o la mala visibilidad nocturna por contrastes desfavorables de luz. Utilizar grafismos legibles y homogéneos. Limitar la señalización privada y publicidad de actividades junto a la vía.

El factor más importante a tomar en cuenta ante las señales de pare y ceda el paso, para efectos de instalación, es la visibilidad del cruce, por lo tanto debe analizarse el triángulo de visibilidad, y si la intersección cumple con este requisito se procederá a la instalación de la señal de ceda el paso, ya que el conductor que circula por la vía secundaria puede identificar si transita otro vehículo por la principal, para reaccionar y detener el auto, en caso contrario se requiere la señal de pare.

6.7.46.- Drenaje

El drenaje es el conjunto de obras destinadas a proteger al pavimento de la acción destructiva del agua. La presencia de agua dentro del pavimento y la zona adyacente se debe principalmente a la precipitación en el área de influencia de la vía y a la absorción de humedad, desde el nivel freático, por los efectos capilares del suelo. El drenaje resulta normalmente más difícil y costoso en las carreteras urbanas debido al mayor daño potencial que pueden producir los volúmenes de agua y la dificultad para instalar sistemas de drenaje superficiales (cunetas) en zonas de cruces de peatones o tramos densamente poblados.

Un diseño cuidadoso reducirá costos tanto en construcción como en el mantenimiento. El control de las aguas subterráneas debe hacerse mediante la utilización de filtros y mantos de drenaje que formen parte de la estructura. El control de las aguas superficiales involucra elementos tales como sumideros, bordillos y pendientes longitudinales y transversales.

La pendiente transversal recomendada en calzadas urbanas es del 2%, intentando no superar nunca el 3% y no inferior al 1%. El valor más bajo se trabajará en el caso de tratarse de pavimentos de calidad con una buena sub-base. La ubicación del colector y

los sumideros puede mantenerse en el lado interior o exterior de la calzada, según la inclinación del peralte y se debe evitar tapas de sumideros que aumenten la peligrosidad de los conductores tanto de automóvil como de motocicletas. A las bermas generalmente no se les coloca una carpeta impermeable, lo que las convierte en áreas críticas porque permiten que penetre agua dentro de la estructura del pavimento.

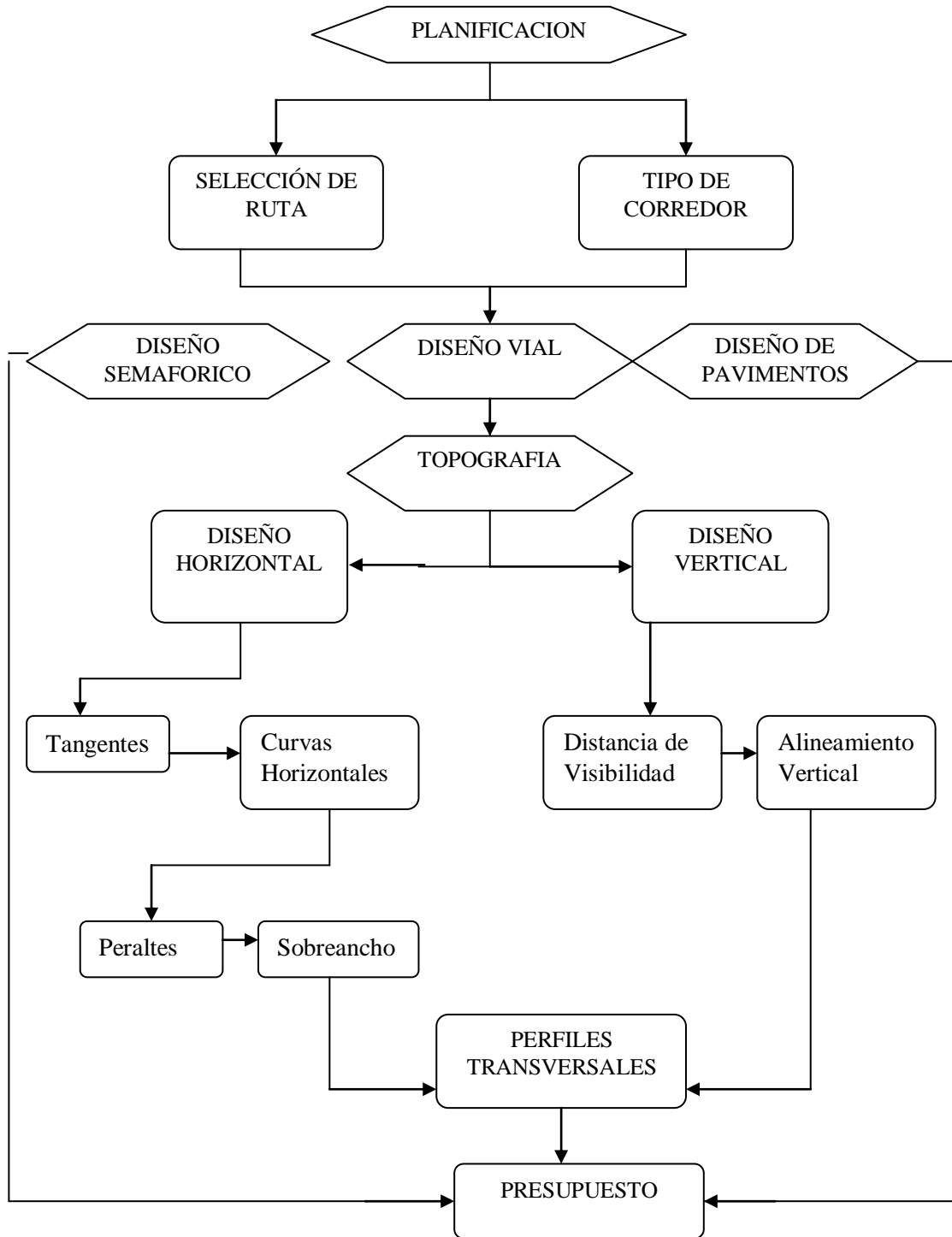
Para mejorar las condiciones del drenaje se deben tener en cuenta tanto la pendiente como los materiales que la constituyen. Las cunetas se deben diseñar teniendo en cuenta que la pendiente longitudinal no favorezca el encharcamiento, que su capacidad hidráulica sea suficiente para disponer el agua aportada por los taludes, que las corrientes temporales de agua y las lluvias estén dentro de la capacidad y que la remoción del material de erosión sea fácil.

Para evacuar rápidamente el agua lluvia que corre por la superficie del pavimento y por las cunetas, es necesario construir sumideros. Estos consisten en aberturas que se disponen en las cunetas para recibir el agua y entregarla a una tubería de conducción que la lleve a la red del alcantarillado, generalmente a través de un pozo de inspección colocado en el cruce de dos calles. El uso de terrazas, la vegetación y otros mecanismos de control de drenaje pueden reducir la erosión y permitir que el agua recargue las reservas de agua freática. En general, las superficies impermeables aumentan la cantidad de escurrimiento mientras que las superficies permeables, primordialmente la vegetación, aumenta la filtración del agua y reduce escurrimiento y la erosión. Las calles no deben exceder las inclinaciones indicadas.

Una buena guía para vías es un máximo del 20 por ciento de inclinación. Las calles no deberán exceder el 12 por ciento (8 por ciento como máximo para accesibilidad a sillas de ruedas). Las calles relativamente niveladas son generalmente más cómodas para los peatones. Tanto las vías principales como las calles deberán tener también una pendiente adecuada para prevenir el encharcamiento del agua en sus superficies.

6.8.- METODOLOGIA

Gráfico No. 38 Metodología



Fuente Ing. Freddy Larenas

6.9.- ADMINISTRACIÓN

Para un diseño completo de corredor exclusivo se requiere un equipo completo de Ingeniería Civil en varias de sus ramas como son: Vial, Estructural, Sanitario, Geotecnia y se requerirá el apoyo de arquitectos Urbanistas para asistir en estructuras importantes (Paradas, pasos Peatonales, Pasos Elevados) y para adecuar los sitios donde pasa el corredor, el presupuesto aproximado de Estudios por Kilómetro de diseño se propone el la siguiente tabla:

Tabla No. 6.12 Administración

DESCRIPCION	No.	OCUPACION	SUELDO U	SUB TOTAL
Ing. Director del Proyecto	1	100%	3000	3000
Topógrafo	1	100%	600	600
Cadeneros	3	100%	250	750
Ing. Vial	1	100%	2000	2000
Ing. Estructural	1	50%	2000	1000
Ing. Sanitario	1	80%	2000	1600
Ing. Geotecnico	1	80%	2000	1600
Arquitecto	1	50%	2000	1000
Ayudantes	4	100%	200	800
Secretaria	1	100%	250	200
Chofer	3	100%	250	750
TOTAL				13300
Valores netos de aquí hay que determinar descuentos de Ley				
DESCRIPCION	No.	P.U	P.T	
Equipo de Topografía	1	600	600	
Laboratorio de pavimentos	1	600	600	
Vehiculo	3	900	3600	
Oficina	1	1000	1000	
TOTAL			5800	

Fuente Ing Freddy Larenas

6.10.- PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La evaluación estará en relación a los Tiempos de Viaje y al Costo de Mantenimiento, se ha demostrado en los capítulos anteriores que disminuyen considerablemente, es lógico ya que al tener un carril solo para el bus no tendrá que parar excepto al llegar a las paradas o en intersecciones a nivel semaforizadas, lo cual tiene una gran ventaja relacionándolo con los sistemas actuales que comparten carriles con los vehículos particulares, sin paradas exactas y se enfrentan diariamente con el irrespeto que de parte de conductores y peatones.

1. BIBLIOGRAFÍA.

1. GINAR, Maria Elena (2003), La medida del Transporte en Gran Mendoza, Facultad de Ciencias Económicas, Buenos Aires – Argentina
2. HERRERA , Luis y otros, (2004), Tutoría de la Investigación Científica, Ed. Játiva, Quito
3. LLOYD, Wright, (2002), Bus Rapid Transit, University Collage London, Reino Unido.
4. MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO MOP, (2003), Ministerio de Obras Públicas, Ecuador
5. MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS PERU, (2000), Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Perú
6. MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA VIAS URBANAS COLOMBIA, (2004), INVIAS, S.L. Uribe Celis *Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.*
7. MARTINES, Julio, número 133 mayo-junio 2004, Revista Carreteras, Asociación Española de carreteras, Madrid – España
8. MONSON, Andres, (2004), Oportunidades para el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Transporte, Cuadrado – Rauna y Fernandez editores, Buenos Aires- Argentina.
9. MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, (2000), Plan Maestro de Transporte de Quito, Quito – Ecuador

10. RADETAL, G, (1986), Manual de Ingeniería de Transito, Ed. New Haven 2da Edición, Washington D.C.
11. SEDESOL, (1998) Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Media de México, D.F. México
12. URIBE, S.L (2004) Manual de Diseño Geométrico para Vías Urbanas, Universidad de los Andes, Bogota, Colombia.

PAGINAS WEB

1. Adelaide, Australia, www.adelaidemetro.com.au/guides/obahn.htm
2. Auckland, Nueva Zelanda, www.nsc.govt.nz/brt www.busway.co.nz/brt.html
3. Bogotá, Colombia, www.transmilenio.gov.co
4. Boston, EE.UU., www.allaboutsilverline.com
5. Brisbane, Australia, www.transport.qld.gov.au/busways
6. Cleveland, EE.UU., www.euclidtransit.org
7. Curitiba, Brasil, ww.curitiba.pr.gov.br/pmc/ingles/solucoes/transporte/index.html
8. Hartford, EE.UU., www.ctbusway.com/nbh
9. LEEDS, REINO UNIDO, [www.firstleeds.co.uk/superbus/html /](http://www.firstleeds.co.uk/superbus/html/)
10. Los Angeles, EE.UU., www.mta.net/metro_transit/rapid_bus/metro_rapid.htm
11. Pittsburgh, EE.UU., www.portauthority.com
12. Quito, Ecuador, www.quito.gov.ec/trole/trole_1.htm
13. Sydney, Australia, www.rta.nsw.gov.au/initiatives/e6_c.htm

ANEXOS

ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO VEHICULAR

Vehículos tipos y costos de operación								
ESPECIFICACIONES								
Marca		Volvo B7R	Mercedes	DIME X	Hino	Chevrolet FTR	Isuzu	
Tipo		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 2		Tipo 2		Articulado
Código		1	2	3	4	5	7	8
Peso (GVW)	ton	11.0	9.0	9.0	7.0	7.0	7.0	14.5
Capacidad Motor	HP	285	220	250		205		340
Max Potencia	kW							340
Motor Posición		Delan	Trasera	Trasera	Trasera	Delan	Trasera	Trasera
Longitud	metros	12	11	11		8		18.00
Puertas	numero	3	2	2	2	2	2	3
Numero total	numero	6	6	6	6	6	6	10
Eje 1		2	2	2	2	2	2	2
Eje 2		4	4	4	4	4	4	4
Eje3		0	0	0	0	0	0	4

Capacidad pasajeros								
Sentados	numero	45	42	38	45	32	36	35
Parados	numero	45	48	38	20	38	29	125
Total	numero	90	90	76	65	70	65	160

Categorías de Edad								
Categoría 1	años	0 a 3.9	0 a 3.9	0 a 3.9	0 a 3	0 a 3.9	0 a 3	0 a 3
Categoría 2	años	4 a 6.9	4 a 6.9	4 a 6.9	4 a 6	4 a 6.9	4 a 6	4 a 6
Categoría 3	años	7 a 9	7 a 9	7 a 9	7 a 9	7 a 9	7 a 9	7 a 9
Categoría 4	años	10 a 12	10 a 12	10 a 12	10 a 12	10 a 12	10 a 12	10 a 12

Valor en el Mercado		82000						
Precio vehiculo nuevo		107,00	75,000	70,500	66,193	72,000	50,000	105,45
Categoría 1	80%	85,600	60,000	56,400	52,954	57,600	40,000	84,365
Categoría 2	60%	51,360	36,000	33,840	31,773	34,560	24,000	50,619
Categoría 3	40%	34,240	24,000	22,560	21,182	23,040	16,000	33,746
Categoría 4	20%	17,120	12,000	11,280	10,591	11,520	8,000	16,873

RESUMEN DE COSTOS DE OPERACIÓN								
Costos variables por km								
Mantenimiento Preventivo								
Materiales etc	Costo/Km	0.1381	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.14
Mano de obra	Horas/Km	0.0056	0.0042	0.0042	0.0046	0.0042	0.0042	0.0070

Combustible								
Diesel	Costo/Km	0.1291	0.1200	0.1200	0.1154	0.1200	0.1005	0.2212

Llantas								
Materiales etc	Costo/Km	0.0540	0.0540	0.0510	0.0648	0.0540	0.0702	0.1002
Mano de obra	horas/km	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004

Total de costos variables expresados por Km. (SIN INCLUIR COSTO DE COMBUSTIBLE)								
Materiales etc	Costo/Km	.1922	0.1847	0.1774	0.1833	0.1830	0.1961	0.2380
Mano de obra	horas/km	0.0060	0.0046	0.0046	0.0050	0.0045	0.0046	0.0074
Mano de obra	\$/km	0.0163	0.0125	0.0125	0.0136	0.0124	0.0125	0.0202
Categoría 7	10.00%	0.0444	0.0341	0.0341	0.0370	0.0338	0.0342	0.0553
Mano de obra	Costo/Km	0.0163	0.0125	0.0125	0.0136	0.0124	0.0125	
Costo total por km	Costo/Km	0.2084	0.1972	0.1898	0.1969	0.1954	0.2086	0.2380

Costos Fijos								
Edad Categoría 1	Costo/ año	21,384.	15,639.	14,831.	14,058.	15,101.	11,151.	3,132.
Edad Categoría 2	Costo/ año	18,409.	13,554.	12,871.	12,218.	13,099.	9,761.4	2,393.5
Edad Categoría 3	Costo/ año	16,921.	12,511.	11,891.	11,297.	12,098.	9,066.2	2,024.0
Edad Categoría 4	Costo/ año	15,433.	11,468.	10,911.	10,377.	11,096.	8,371.0	1,654.5

Mantenimiento Correctivo								
Edad Categoría 1	Costo/año	1,369.6	960.00	902.40	847.27	921.60	640.00	1,349.8
Edad Categoría 2	Costo/año	3,081.6	2,160.0	2,030.4	1,906.3	2,073.6	1,440.0	3,037.1
Edad Categoría 3	Costo/año	3,424.0	2,400.0	2,256.0	2,118.1	2,304.0	1,600.0	3,374.5
Edad Categoría 4	Costo/año	4,280.0	3,000.0	2,820.0	2,647.7	2,880.0	2,000.0	4,218.2

Total de costos expresados por año								
Edad Categoría 1	Costo/año	22,754.0	16,599.8	15,734.3	14,906.0	16,022.8	11,791.8	4,482.40
Edad Categoría 2	Costo/año	21,490.6	15,714.2	14,901.9	14,124.4	15,172.6	11,201.4	5,430.66
Edad Categoría 3	Costo/año	20,345.2	14,911.4	14,147.2	13,415.9	14,402.0	10,666.2	5,398.60
Edad Categoría 4	Costo/año	19,713.5	14,468.6	13,731.0	13,025.1	13,976.9	10,371.0	5,872.73

COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO Con Eficiencia	0.3038	0.2855	0.2789	0.2811	0.2839	0.2782	0.4593
EFICIENCIA 10%							
Costo de mantenimiento 2003	0.2595	0.2334	0.2408	0.2393	0.2178	0.1207	0.4219
Incremento % 2003-2007	17.09%	22.36%	15.80%	17.47%	30.32%	130.41	8.86%
Tasa de crecimiento (periodo 2003-2007)	4.02%	5.17%	3.73%	4.11%	6.84%	23.20%	2.15%

DETALLES DE LOS COSTOS

Mantenimiento Preventivo

Acción 1	Limpieza y lavado carroceria							
Intervalo Km.	Km.	180	180	180	180	180	180	180
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00
Horas(mano de obra)	horas	0.75	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1
Materiales etc	Costo/Km	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167	0.0278
Mano de obra	horas/km	0.0042	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0056

Acción 1a	Lavado motor y chasis							
Intervalo Km.	Km.	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	45.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	45.00
Horas(mano de obra)	horas	0.75	0.75	0.75	1.75	0.5	0.5	0.5
Materiales etc	Costo/Km	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.0090
Mano de obra	horas/km	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001

Acción 2	Engrasada							
Intervalo Km.	Km.	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Insumo Tipo	Grasa							
Precio por Unidad	\$/kg	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15
Cantidad	-	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1
Precio Total	\$/acción	\$ 3.11	\$ 3.11	\$ 3.11	\$ 3.11	\$ 3.11	\$ 3.11	\$ 4.15
Horas(mano de obra)	horas	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1	1
Materiales etc	Costo/Km	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0008
Mano de obra	horas/km	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002

Acción 3	Engrasada punta ejes							
Intervalo Km.	Km.	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Insumo Tipo	Puntas de eje 3 EP 2 jabón base litio							
Precio por Unidad	\$/unidad	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	2
Precio Total	\$/acción	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	30.00
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	3	2	2	1
Materiales etc	Costo/Km	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0003
Mano de obra	horas/km	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000

Acción 4	Cambio Aceite de motor							
Intervalo Km.	Km.	5000	5000	5000	5000	5000	5000	7500
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/litro	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43	4.43
Cantidad	litros	27	23	23	23	19	19	30
Precio Total	\$/acción	119.71	101.98	101.98	101.98	84.24	84.24	133.02
Horas(mano de obra)	horas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Materiales etc	Costo/Km	0.0239	0.0204	0.0204	0.0204	0.0168	0.0168	0.0177
Mano de obra	horas/km	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Acción 5	Cambio Aceite de caja							
Intervalo Km.	Km.	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	litro	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69
Cantidad	litros	15	15	15	15	11	11	19
Precio Total	\$/acción	55.35	55.35	55.35	55.35	40.59	40.59	70.11
Horas(mano de obra)	horas	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	0.5
Materiales etc	Costo/Km	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0014	0.0014	0.0023
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 6	Cambio Aceite de Corona							
Intervalo Km.	Km.	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69
Cantidad	-	15	15	15	15	11	11	19
Precio Total	\$/acción	55.35	55.35	55.35	55.35	40.59	40.59	70.11
Horas(mano de obra)	horas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Materiales etc	Costo/Km	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0014	0.0014	0.0023

Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Acción 7	Cambio aceite de dirección							
Intervalo Km.	Km.							60000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad							3.00
Cantidad	-							32
Precio Total	\$/acción							96.00
Horas(mano de obra)	horas							1
Materiales etc	Costo/Km							0.0010
Mano de obra	horas/km							0.0000

Acción 8	Cambio de aceite grupo cónico							
Intervalo	Km.							30000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad							3.00
Cantidad	-							5.5
Precio Total	\$/acción							16.50
Horas(mano de obra)	horas							0.5
Materiales etc	Costo/Km							0.0002
Mano de obra	horas/km							0.0000

Acción 9	Cambio de aceite punta de ejes							
Intervalo Km.	Km.							60000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad							3.00
Cantidad	-							1.2
Precio Total	\$/acción							3.60
Horas(mano de obra)	horas							1
Materiales etc	Costo/Km							0.0001
Mano de obra	horas/km							0.0000

Acción 9a	Grupo embrague							
Intervalo Km.	Km.	150000	150000	150000	150000	150000	150000	250000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	712.00	712.00	712.00	712.00	712.00	712.00	1,186.6
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	712.00	712.00	712.00	712.00	712.00	712.00	1,186.6
Horas(mano de obra)	horas	8	8	8	9	8	8	16

Materiales etc	Costo/Km	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047
Mano de obra	horas/km	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Acción 10	Filtro de aceite motor							
Intervalo Km.	Km.	5000	5000	6000	5000	5000	5000	7500
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	15.00	15.00	10.36	10.36	12.00	12.00	20.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	2
Precio Total	\$/acción	15.00	15.00	10.36	10.36	12.00	12.00	40.00
Horas(mano de obra)	horas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.2
Materiales etc	Costo/Km	0.0030	0.0030	0.0017	0.0021	0.0024	0.0024	0.0053
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000

Acción 11	Filtro de combustible							
Intervalo Km.	Km.	5000	5000	5000	30000	5000	30000	5000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	15.00	15.00	12.88	9.29	8.00	8.00	15.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	15.00	15.00	12.88	9.29	8.00	8.00	15.00
Horas(mano de obra)	Horas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Materiales etc	Costo/Km	0.0030	0.0030	0.0026	0.0003	0.0016	0.0003	0.0030
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 12	Filtro de aire							
Intervalo Km.	Km.	120000	120000	120000	150000	120000	150000	30000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	70.00	70.00	49.28	65.63	60.00	60.00	89.60
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	70.00	70.00	49.28	65.63	60.00	60.00	89.60
Horas(mano de obra)	Horas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	0.2	0.2
Materiales etc	Costo/Km	0.0006	0.0006	0.0004	0.0004	0.0005	0.0004	0.0030
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 13	Filtro de Separador de agua del combustible							
Intervalo Km.	Km.	6000	6000	6000		6000	6000	30000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	24.83	24.83	24.83	24.83	24.83	24.83	35.22
Cantidad	-	1	1	1		1	1	1

Precio Total	\$/acción	24.83	24.83	24.83		24.83	24.83	35.22
Horas(mano de obra)	horas	0.15	0.15	0.15		0.15	0.15	0.2
Materiales etc	Costo/Km	0.0041	0.0041	0.0041		0.0041	0.0041	0.0004
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000
Acción 14	Filtro de Aceite by pass							
Intervalo Km.	Km.							60000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad							30.54
Cantidad	-							1
Precio Total	\$/acción							30.54
Horas(mano de obra)	horas							0.2
Materiales etc	Costo/Km							0.0003
Mano de obra	horas/km							0.0000

Acción 15	Filtro de Aceite cambio automático							
Intervalo Km.	Km.							20000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad							72.84
Cantidad	-							1
Precio Total	\$/acción							72.84
Horas(mano de obra)	horas							0.2
Materiales etc	Costo/Km							0.0007
Mano de obra	horas/km							0.0000

Acción 16	Filtro de la Dirección							
Intervalo Km.	Km.							60000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad							24.04
Cantidad	-							1
Precio Total	\$/acción							24.04
Horas(mano de obra)	horas							0.2
Materiales etc	Costo/Km							0.0002
Mano de obra	horas/km							0.0000

Acción 17	Filtro de secador de aire							
Intervalo Km.	Km.	30000	60000	60000	60000	60000	60000	60000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	62.00	60.00	60.00	70.00	60.00	60.00	90.00

Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	62.00	60.00	60.00	70.00	60.00	60.00	90.00
Horas(mano de obra)	horas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Materiales etc	Costo/Km	0.0006	0.0006	0.0006	0.0007	0.0006	0.0006	0.0009
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Acción 18	Refrigerante del Motor							
Intervalo Km.	Km.	80,000	80000	80000	80000	80000	80000	60,000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
Horas(mano de obra)	horas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Materiales etc	Costo/Km	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 18	Baterías							
Intervalo Km.	Km.	80000	80000	80000	140000	80000	140000	140000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
Cantidad	-	2	2	2	2	2	2	2
Precio Total	\$/acción	320.00	320.00	320.00	320.00	320.00	320.00	320.00
Horas(mano de obra)	horas	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Materiales etc	Costo/Km	0.0040	0.0040	0.0040	0.0023	0.0040	0.0023	0.0023
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 19	Zapatras (Juego) 1 eje							
Intervalo Km.	Km.	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	115.00	37.87	37.87	34.16	35.77	35.77	39.20
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	115.00	37.87	37.87	34.16	35.77	35.77	39.20
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	3	2	2	1
Materiales etc	Costo/Km	0.0058	0.0019	0.0019	0.0017	0.0018	0.0018	0.0004
Mano de obra	horas/km	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000

Acción 20	Líquidos Hidráulicos							
Intervalo Km.	Km.	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000
Insumo Tipo	-							

Precio por Unidad	\$/unidad	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	26.46
Precio Total	\$/acción	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	396.90
Horas(mano de obra)	horas	0.15	0.15	0.15	1.15	0.15	0.15	1
Materiales etc	Costo/Km	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0040
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Acción 21	Zapatatas (Juego) 2 y 3 ejes							
Intervalo Km.	Km.	20000	20000	20000	20000	20000	20000	16200
Insumo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	115.00	115.00	115.00	115.00	115.00	115.00	115.00
Cantidad	-	2	2	2	2	2	2	4
Precio Total	\$/acción	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	460.00
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	3	2	2	1
Materiales etc	Costo/Km	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0115	0.0046
Mano de obra	horas/km	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000

Acción 22	Arreglo de pintura y arreglos de carrocería							
Intervalo Km.	Km.	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	80.00
Cantidad	-	20	20	20	20	20	20	10
Precio Total	\$/acción	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	800.00
Horas(mano de obra)	horas	30	30	30	30	30	30	30
Materiales etc	Costo/Km	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0080
Mano de obra	horas/km	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003

Acción 23	Limpieza / calibración Inyectores							
Intervalo Km.	Km.	45000	45000	45000	45000	45000	45000	45000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Cantidad	-	6	6	6	6	6	6	6
Precio Total	\$/acción	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00
Horas(mano de obra)	horas	4	4	4	4	4	4	4
Materiales etc	Costo/año	0.0160	0.0160	0.0160	0.0160	0.0160	0.0160	0.0160
Mano de obra	horas/año	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Acción 24	Limpieza engrase de rampas y puertas							
Intervalo Km.	Km.	15000	15000	15000	15000	15000	15000	1200
Insumo Tipo	Engrase							

Precio por Unidad	\$/unidad	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
Cantidad	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Precio Total	\$/acción	0.30	0.30	0.30	0.00	0.30	0.30	0.30
Horas(mano de obra)	horas	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Materiales etc	Costo/año	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
Mano de obra	horas/año	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003

Acción 25	Sistema eléctrico (Arranque y generador)							
Intervalo Km.	Km.	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
Horas(mano de obra)	horas	4	4	4	5	4	4	4
Materiales etc	Costo/Km	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044	0.0044
Mano de obra	horas/km	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Acción 26	Retenedores de ruedas							
Intervalo Km.	Km.	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Cantidad	-	4	4	4	4	4	4	6
Precio Total	\$/acción	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	72.00
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	2	2	2	3
Materiales etc	Costo/Km	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0009
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 27	Kits de reparación de frenos y embrague							
Intervalo Km.	Km.	80000	80000	80000	80000	80000	80000	80000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	2	2	2	3
Materiales etc	Costo/Km	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 28	Juego de pines y bocines							
Intervalo Km.	Km.	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000
Insumo Tipo	-							

Precio por Unidad	\$/unidad	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00	350.00
Horas(mano de obra)	horas	8	8	8	8	8	8	8
Materiales etc	Costo/Km	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 29	Turbo							
Intervalo Km.	Km.	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	600.00	600.00	350.00	350.00	1,100.0	1,100.0	350.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	600.00	600.00	350.00	350.00	1,100.0	1,100.0	350.00
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	2	2	2	2
Materiales etc	Costo/Km	0.0060	0.0060	0.0035	0.0035	0.0110	0.0110	0.0035
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 30	Tambores de frenos							
Intervalo Km.	Km.	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00
Cantidad	-	4	4	4	4	4	4	6
Precio Total	\$/acción	440.00	440.00	440.00	440.00	440.00	440.00	660.00
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	2	2	2	2
Materiales etc	Costo/Km	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0024	0.0037
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 31	Rotulas de dirección							
Intervalo Km.	Km.	180000	180000	180000	180000	180000	180000	180000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	343.00	343.00	343.00	343.00	343.00	343.00	343.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	343.00	343.00	343.00	343.00	343.00	343.00	343.00
Horas(mano de obra)	horas	1	2	2	2	2	2	2
Materiales etc	Costo/Km	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 32	Ballestas							
Intervalo Km.	Km.	500000	500000	500000	500000	500000	500000	500000
Insumo Tipo	-							

Precio por Unidad	\$/unidad	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
Horas(mano de obra)	horas	1	2	2	2	2	2	2
Materiales etc	Costo/Km	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 33	Alineación y balanceo							
Intervalo Km.	Km.	70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Horas(mano de obra)	horas	1	1	1	1	1	1	1
Materiales etc	Costo/Km	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 34	Bandas							
Intervalo Km.	Km.	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
Insumo Tipo	-							
Precio por Unidad	\$/unidad	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Cantidad	-	1	1	1	1	1	1	1
Precio Total	\$/acción	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Horas(mano de obra)	horas	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Materiales etc	Costo/Km	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total Mantenimiento Preventivo								
Materiales etc	Costo/Km	0.1382	0.1307	0.1264	0.1185	0.1290	0.1259	0.1378
Mano de obra	horas/km	0.0056	0.0042	0.0042	0.0046	0.0042	0.0042	0.0070

Mantenimiento Correctivo

Costo Edad

Categoría 1	\$/año	1,370	960	902	847	922	640	1,350
Categoría 2	\$/año	3,082	2,160	2,030	1,906	2,074	1,440	3,037
Categoría 3	\$/año	3,424	2,400	2,256	2,118	2,304	1,600	3,375
Categoría 4	\$/año	4,280	3,000	2,820	2,648	2,880	2,000	4,218
% de valor Edad								
Categoría 1	%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%
Categoría 2	%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%
Categoría 3	%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%

Categoría 4	%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%
-------------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Combustible

Costo/Km. Fórmula	\$/Km.	0.1291	0.1200	0.1200	0.1154	0.1200	0.1005	0.1474
Precio	\$/gl	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
\$ /Km.UOST +EMSAT		0.1300	0.1386	0.1223	0.1223	0.1386		0.2212
Rendimiento UOST			7.5			7.5		
Rendimiento EMSAT	Km/gl	8	7.5	8.5	8.5	7.5		4.7
Combustible Precio	\$/l	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
Consumo l/km	l/km	0.4707	0.4375	0.4375	0.4208	0.4208	0.3664	0.5374
Consumo km/gal	km/galon	8.0300	8.6394	8.6394	8.9838	8.9838	10.315 8	7.0343
Peso de vehículo	ton	11.0	9.0	9.0	8.0	8.0	7.0	14.5
Velocidad promedio	km/h	22.00	16.42	16.42	16.42	16.42	15	22.00
pend sub promedio	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
pend baj promedio	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
cof a0	-	29	29	29	29	29	29	29
cof a1	-	2219	2219	2219	2219	2219	2219	2219
cof a2	-	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203	0.0203
cof a3	-	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848	0.848
cof a4	-	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6
cof a5	-	0.0132	0.0132	0.0132	0.0132	0.0132	0.0132	0.0132
cof a6	-	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
cof ajuste		2	1.75	1.75	1.75	1.75	1.5	2

Llantas

Acción 1	Cambio de Protector							
Intervalo Km.	Km.	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	
Insumo Tipo								
Precio por Unidad	\$/unidad	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Cantidad	-	6	6	6	6	6	6	10
Horas (mano de obra)	horas	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0	0
Materiales etc	Costo por Km.	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015		0.0015
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Acción 2	Cambio de cámaras							
Intervalo Km.	Km.	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	
Insumo Tipo								

Precio por Unidad	\$/unidad	30.00	30.00	30.00	12.00	30.00	12.00	12.00
Cantidad	-	6	6	0	6	6	6	10
Horas(mano de obra)	horas	1	1	1	1	1	1	1.5
Materiales etc	Costo/Km.	0.0030	0.0030	0.0000	0.0012			0.0012
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Acción 3	Cambio de llantas y reencaches							
<i>Eje 1</i>								
Intervalo Km.	Km.	60000	60000	60000	60000	60000	60000	90000
Insumo Tipo		1100x22 .5RADI AL	1100x22 .5RADI AL	1100x22 .5RADI AL	1000x20 HCT	1000x20 HCT	1000x20 HCT	1100*22 ,58
Precio por Unidad	\$/unidad	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00
Cantidad	-	2	2	2	2	2	2	2
Insumo Tipo		reencache	reencache	reencache	reencache	reencache		
Precio por Unidad	\$/u	\$ 0.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
Cantidad	-	0	0	0	2	0	2	0
Horas(mano de obra)	horas	1	1	1	1	1	1	1
Materiales etc	Costo/Km	0.0145	0.0145	0.0145	0.0205	0.0145	0.0205	0.0097
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Eje 2</i>								
Intervalo Km.	Km.	60000	60000	60000	60000	60000	60000	48000
Insumo Tipo		27-900, 90AH	1100x22 .5RADI AL	1100x22 .5RADI AL	1000x20 HCT	1000x20 HCT	1000x20 HCT	295/80 R22.5
Precio por Unidad	\$/unidad	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00
Cantidad	-	4	4	4	4	4	4	4
Insumo Tipo		reencache		reencache	reencache	reencache	reencache	reencache
Precio por Unidad	\$/unidad	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
Cantidad	-	0	0	0	4	0	4	4
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	2	2	2	2
Materiales etc	Costo/Km	0.0290	0.0290	0.0290	0.0410	0.0290	0.0410	0.0513
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
<i>Eje 3</i>								
Intervalo Km.	Km.	0	0	0	0	0	0	84000
Insumo Tipo		1000x20 HCT	1000x20 HCT	1000x20 HCT	1000x20 HCT	1000x20 HCT	1000x20 HCT	295/80 R22.5
Precio por Unidad	\$/unidad	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00	435.00
Cantidad	-	0	0	0	0	0	0	4
Insumo Tipo		reencache	reencache	reencache	reencache	reencache	reencache	reencache
Precio por Unidad	\$/unidad	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
Cantidad	-	0	0	0	0	0	0	4
Horas(mano de obra)	horas	2	2	2	2	2	2	2

Materiales etc	Costo/Km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0293
Mano de obra	horas/km	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Total Acción 3								
Materiales etc	Costo/Km	0.0435	0.0435	0.0435	0.0615	0.0435	0.0615	0.0902
Mano de obra	horas/km	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Acción 4		Vulcanización y rotación						
Intervalo Km.	Km.	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Insumo Tipo								
Precio por Unidad	\$/unidad	10.00	10.00	10.00	1.00	10.00	10.00	10.00
Cantidad	-	6	6	6	6	6	6	10
Horas(mano de obra)	horas	3	3	3	3	3	3	3
Materiales etc	Costo/Km	0.0060	0.0060	0.0060	0.0006	0.0060	0.0060	0.0100
Mano de obra	horas/km	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
Total llantas								
Materiales etc	Costo/Km	0.0540	0.0540	0.0510	0.0648	0.0540	0.0702	0.1002
Mano de obra	horas/km	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
Costos Fijos								
Total costos fijos								
Edad Categoría 1	\$/año	21,384	15,640	14,832	14,059	15,101	11,152	3,133
Edad Categoría 2	\$/año	18,409	13,554	12,872	12,218	13,099	9,761	2,394
Edad Categoría 3	\$/año	16,921	12,511	11,891	11,298	12,098	9,066	2,024
Edad Categoría 4	\$/año	15,434	11,469	10,911	10,377	11,097	8,371	1,654
Seguros								
% valor de vehículo	%	2.19%	2.19%	2.19%	2.19%	2.19%	2.19%	2.19%
Edad Categoría 1	\$/año	1,875	1,314	1,235	1,160	1,261	876	1,848
Edad Categoría 2	\$/año	1,125	788	741	696	757	526	1,109
Edad Categoría 3	\$/año	750	526	494	464	505	350	739
Edad Categoría 4	\$/año	375	263	247	232	252	175	370
Costo de Capital								
% valor de vehículo	%	6.50%	6.50%	6.50%	6.50%	6.50%	6.50%	
Edad Categoría 1	\$/año	5,564	3,900	3,666	3,442	3,744	2,600	0
Edad Categoría 2	\$/año	3,338	2,340	2,200	2,065	2,246	1,560	0
Edad Categoría 3	\$/año	2,226	1,560	1,466	1,377	1,498	1,040	0
Edad Categoría 4	\$/año	1,113	780	733	688	749	520	0
Costo de Depreciación								
Valor Inicial	\$/año	107,00	75,000	70,500	66,193	72,000	50,000	
Valor Residual	\$/año	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	
Vida Útil	años	10	10	10	10	10	10	
Depreciación por año	\$/año	10,100	6,900	6,450	6,019	6,600	4,400	

\$ de legalización								
Matricula	\$/año	1,070.0	750.00	705.00	661.93	720.00	500.00	1,054.5
Permiso de operación	\$/año	44.80	44.80	44.80	44.80	44.80	44.80	44.80
SRI	\$/año	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	\$/año	1,114.8	794.80	749.80	706.73	764.80	544.80	1,099.3
Revisión vehicular								
Costo Total	\$/año	51.02	51.02	51.02	51.02	51.02	51.02	60.62
No. de veces al año		2	2	2	2	2	2	2
Costo semestral		25.51	25.51	25.51	25.51	25.51	25.51	30.31
GARAJE								
Costo Total	\$/año	730.00	730.00	730.00	730.00	730.00	730.00	
No. de veces al año		365	365	365	365	365	365	
Cost día		\$ 2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
TICKET								
Costo Total	\$/año	1,825.0	1,825.0	1,825.0	1,825.0	1,825.0	1,825.0	
No. de veces al año		365	365	365	365	365	365	
Cost día		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
SOAT								
Costo Total	\$/año	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
No. de veces al año		1	1	1	1	1	1	1
Cost día		0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34