



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“Estudios Preliminares y Diseño Definitivo del tramo I
de la Avenida Circunvalación (Av. Jaime Roldós
Aguilera) en la Ciudad de Milagro,
Provincia del Guayas”

TESIS DE GRADO



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Previa a la obtención del título de:

Ingeniero Civil

Presentada por:

Milton Gabriel Andrade Laborde
Carlos Alfredo Bucheli Arias

Guayaquil - Ecuador

Año 2004



POLITECNICA DEL LITORAL
GUAYAQUIL - ECUADOR

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

"Estudios Preliminares y Diseño Definitivo del tramo I de la
Avenida Circunvalación (Av. Jaime Roldós Aguilera) en la
ciudad de Milagro, Provincia del Guayas"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

Milton Gabriel Andrade Laborde

Carlos Alfredo Bucheli Arias

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año 2004



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

AGRADECIMIENTO

A mi familia por brindarme su constante cariño y apoyo, a mis profesores por enseñarme el camino, a los amigos por soportarme.

Carlos Bucheli Arias

Agradezco a quienes dentro del tiempo de realización de esta tesis, formaron parte de mi esfuerzo y dedicación, al haber estado allí con la ayuda necesaria para lograr el objetivo final en mi carrera.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

*NEMO DAT QUOD NON
HABET*

Milton Andrade Laborde

Agradecimiento especial al
Ing. Julio Peñafiel V.

DEDICATORIA

A MIS PADRES
A MI HERMANO

Carlos Bucheli Arias

A DIOS
A LA VIRGEN
A MIS PADRES
A MIS HERMANOS
A MIS ABUELOS
A MIS AMIGOS
A
EDUARDO LABORDE
CAMPUZANO (†)

Milton Andrade Laborde

OFRECIMIENTO

Ofrecemos nuestras carreras
a la Virgen María
Auxiliadora, nuestra
Santísima Madre, quien nos
mostró sus manos en la
realización de esta tesis.

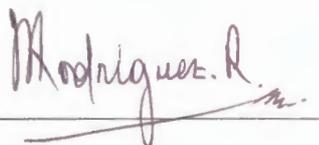
Milton Andrade Laborde

Carlos Bucheli Arias



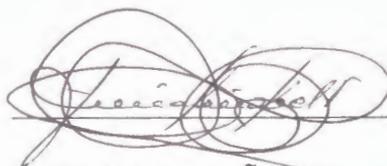
BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



ING. JULIO RODRÍGUEZ R.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



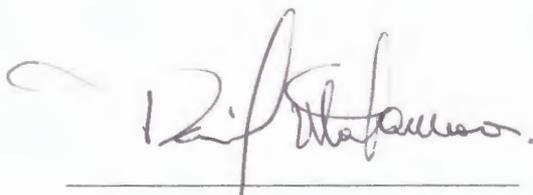
ING. JULIO PEÑAFIEL V.

DIRECTOR DE TESIS



ING. EDUARDO SANTOS B.

VOCAL



ING. DAVID MATAMOROS C.

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas
expuestos en esta tesis, nos corresponden exclusivamente;

y, el patrimonio intelectual de la misma, a la
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITORAL”**

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

Milton Andrade Laborde

Milton Andrade Laborde

Carlos Bucheli Arias

Carlos Bucheli Arias

RESUMEN

"Todos los caminos conducen a Roma", es un dicho popular que ha trascendido hasta nuestros tiempos, en donde Roma simboliza el progreso colectivo, el bienestar común. En nuestros tiempos, las vías de transportación terrestre siguen teniendo vigencia y prestando un gran servicio hacia la sociedad. Muy raro es ver una ciudad que se haya desarrollado sin vías terrestres, simplemente permanecería incomunicada de los demás pueblos, y con destino a perecer.

El Estudio Preliminar y Diseño Definitivo del Primer Tramo de la Avenida Circunvalación (Jaime Roldós) en la ciudad de Milagro, Provincia del Guayas, básicamente cumple con el objetivo de una vía, el cual es transportar, de manera cómoda y segura, ya sean personas, animales u objetos. El objetivo específico de la Avenida Jaime Roldós es el de convertirse en un colector arterial urbano de transportación interprovincial, evitando que el tránsito pesado circule dentro del sistema vial la ciudad, el cual podría verse colapsado en sus estructuras en un corto plazo.

En la actualidad, la I. Municipalidad del Cantón Milagro ha definido, dentro su Plan Vial, la ruta de la Avenida Jaime Roldós, que una vez diseñada tiene una longitud de 3.060 metros; para que la Avenida sea transitable durante la temporada de invierno, se la ha rellenado con material de sub-base clase 3, extraído de los esteros cercanos.

El estado actual de la Avenida es pésimo, el relleno compactado sólo funciona para una estación invernal, el ancho total de la vía es de menos de 10 metros, la velocidad de circulación es baja y su orografía es llana.

El diseño técnico se ha basado en las normas viales vigentes en el país, como son las del Ministerio de Obras Públicas, y en las limitaciones impuestas por la zona residencial densamente poblada en la que se encuentra asentada la vía. Conceptos como el peralte, sobreebancho, curvas verticales, velocidad de circulación, radio mínimo, y algunos otros más, han sido omitidos en algunos casos y adaptados a la realidad en otros.

El alineamiento horizontal se compone por cinco curvas circulares horizontales simples; y, el vertical, por la ubicación de las cotas de la línea de rasante por encima de las cotas de inundación normal en la zona.

El proyecto horizontal también lo componen el diseño de tres intersecciones a nivel, en las abscisas 0 + 000, 1 + 640 y 3 + 060, las cuales servirán para solucionar conflictos viales dentro de los primeros años de operación de la Avenida Jaime Roldós. Para solucionar el conflicto vial a largo plazo, se propone la solución por medio de dos pasos a desnivel, los cuales se encuentran en un estado de diseño preliminar, listos para ser revisados en el momento adecuado.

La sección transversal tipo de la Avenida Jaime Roldós queda conformada por cuatro carriles, dos por sentido de circulación, con pendiente transversal doble del 2%; un

parterre central con bordillos tipo y aceras con bordillos tipo. La sección transversal varía desde la abscisa 1 + 520 a 1 + 740, por encontrarse el diseño de una intersección a nivel.

La estructura del pavimento flexible quedó diseñada de la siguiente manera: se mejorará la capa de Subrasante con material seleccionad con un CBR del 30% en un espesor de 50 centímetros; la capa de Base será asfáltica y contará con un espesor de 22 centímetros; por último, la capa de rodadura será asfáltica con un espesor de 10 centímetros. No se utiliza la capa de Sub-Base porque ha sido sustituida con la capa de SubRasante, luego que las características técnicas de esta son similares a la de aquella.

Se realizó una Evaluación de Impacto Ambiental, la cual informa que las actividades que provocarían un mayor impacto son aquellas relacionadas con el movimiento de tierra, tales como el mejoramiento de la Subrasante, acabado de la obra básica y transporte de material. Los componentes ambientales más afectados son el recurso suelo, aire y tránsito vehicular, por lo que las medidas de mitigación son orientadas hacia los mencionados componentes.

El presupuesto general de la Avenida Jaime Roldós se lo obtuvo de los análisis de costos unitarios de cada rubro que compone la obra, observando cuidadosamente los rendimientos; se elaboró también un cronograma valorado de actividades que servirá en la programación de la obra. El valor total de la obra es de \$ 1'566.220.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Se han determinado, de manera especial, los dispositivos de control de tránsito básicos en la Avenida Jaime Roldós, los cuales servirán para la canalización eficiente del tránsito en las intersecciones y para la seguridad de los usuarios de la Avenida.

Aunque los trabajos presentados en la Tesis tienen un fin educativo y de información, el presente proyecto no dista de mucho de una obra especializada en vías, por lo que se recomienda su consulta referencial a estudiantes e Ingenieros Civiles.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL	V
CAPÍTULO 1: JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Ubicación geográfica	6
1.3. Propósitos del proyecto	7
ESTUDIO PRELIMINAR	
CAPÍTULO 2: DATOS PRELIMINARES DE DISEÑO	9
2.1. Elementos básicos para el diseño	9
2.1.1. Generalidades	10
2.1.2. El usuario	10
2.1.3. El vehículo	17
2.1.4. Tránsito	24
2.1.5. Velocidad	39
2.1.6. Capacidad	41
2.1.7. Control de accesos	44
2.1.8. Integración del paisaje en la planificación y el diseño	46
2.2. Selección de la ruta	47
2.2.1. Reconocimiento terrestre	47
2.2.2. Recopilación de datos	47



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

CAPÍTULO 3: ESTUDIO PRELIMINAR.....48

3.1	Trabajo de campo.....	49
3.1.1	Polígono fundamental.....	49
3.1.2	Abcisado.....	50
3.1.3	Nivelación.....	51
3.1.4	Referencia y comprobación.....	52
3.1.5	Perfiles transversales y precisión de ejecución.....	52
3.1.6	Faja topográfica.....	53
3.1.7	Investigación preliminar de suelos.....	54
3.1.8	Levantamiento topográfico de detalles para obras de arte.....	55
3.2	Trabajo de oficina.....	56
3.2.1	Cálculo del polígono fundamental.....	56
3.2.2	Dibujo del polígono fundamental.....	56
3.2.3	Dibujo de la faja topográfica.....	57
3.2.4	Alineamiento horizontal.....	57
3.2.5	Alineamiento vertical.....	70
3.2.6	Combinación de alineamiento horizontal y vertical.....	82
3.2.7	Anteproyecto de estructuras tipo de drenaje menores.....	86
3.2.8	Anteproyecto del diseño de pavimento y presupuesto.....	88
3.2.9	Alternativas de secciones tipo.....	103

ESTUDIO DEFINITIVO**CAPÍTULO 4: DISEÑO DE PROYECTO DEFINITIVO.....107**

4.1	Trabajos de campo.....	108
4.1.1	Localización del eje.....	108
4.1.2	Nivelación del eje.....	109
4.1.3	Diseño geométrico horizontal y vertical.....	109
4.1.4	Colocación de laterales.....	110
4.1.5	Investigación definitiva del suelo.....	111
4.1.6	Confirmación del diseño del pavimento.....	115
4.1.7	Hidrología.....	143
4.1.8	Datos hidráulicos.....	147

4.2	Intersecciones a nivel	156
4.2.1	Consideraciones generales y tipos de intersecciones	157
4.2.2	Datos básicos para diseño	160
4.2.3	Principios sobre canalización de tránsito	161
4.2.4	Procedimientos de diseño de intersecciones	166
4.2.5	Normas de diseño para canalización de tránsito	167
4.2.6	Propuestas de intersección tipo	168
4.3	Trabajos de oficina	177
4.3.1	Secciones transversales tipo y topografía de detalles	178
4.3.2	Cálculo de volúmenes	185
4.3.3	Diagrama de masas	191
4.3.4	Volúmenes y cantidades de obra	195
4.3.5	Presupuesto	201
4.3.6	Memoria descriptiva	208
CAPÍTULO 5:	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	211
5.1	Generalidades	212
5.2	Marco legal ecuatoriano	213
5.3	Descripción del área de estudio	217
5.4	Metodología de evaluación	219
5.4.1	Selección de matriz	219
5.4.2	Matrices de valoración	220
5.5	Descripción de las actividades del proyecto	224
5.6	Descripción de los componentes afectados	228
5.7	Matriz de valoración	233
5.8	Identificación de los impactos significativos	240
5.9	Medidas de mitigación	243
5.10	Valoración ambiental	245
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		247
BIBLIOGRAFIA		250
ÍNDICE DE TABLAS		252
ÍNDICE DE FIGURAS		256
ÍNDICE DE ANEXOS		258
ÍNDICE DE PLANOS		259

CAPÍTULO 1

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

La ciudad de Milagro, capital del cantón del mismo nombre, pertenece a la provincia del Guayas y se asienta en la parte oriental de la misma a 40 kilómetros de la ciudad de Guayaquil, siendo el eje de desarrollo del área denominada Cuenca Baja del Río Guayas.

Milagro fue creado en el año 1786 a orillas del estero Los Chirijos con categoría de Recinto y con el nombre de San Francisco de Milagro. En 1842 es elevada a Parroquia y el 17 de septiembre de 1913 el Gobierno Nacional mediante decreto presidencial lo declara cantón de la provincia del Guayas.

La ciudad de Milagro estadísticamente en el ámbito nacional es una de las de mayor crecimiento económico y poblacional. El río Milagro divide a la ciudad en dos partes, a saber:

Milagro Viejo, ubicado en el margen derecho, al norte de la ciudad.

Milagro Nuevo, ubicado en el margen izquierdo, al sur de la ciudad.

Milagro se encuentra asentada en una zona eminentemente agrícola, la producción y comercialización de la piña, caña de azúcar, entre otras; la producción ganadera y la instalación industrial del ingenio azucarero VALDEZ, constituyen el centro de las actividades socio – económicas de la población.

⇒ **Clima**

La zona climática en la que está ubicado el Cantón Milagro corresponde a bosque seco tropical, con cota media de 13 metros sobre el nivel del mar, cuyas características de clima se presentan a continuación:

☞ La temperatura media máxima anual es 34,4°C, mientras que la media mínima anual es 16,2°C.

☞ Los meses más cálidos son de Noviembre a Junio (media 26,2°C), los menos cálidos son los meses de Julio a Octubre (media 23,2°C).

☞ Los meses de mayor humedad relativa son de Enero a Julio, con un promedio que varía entre 71% a 86%.

☞ La precipitación media anual es 1231 milímetros. Entre Enero y Mayo llueve cerca del 95% del total anual.

☞ La evaporación media anual es de 1297 milímetros, constituyéndose Marzo, Abril y Diciembre los meses de mayor evaporación.

⇒ Vialidad

La infraestructura vial en lo concerniente a las características de las calles de la ciudad de Milagro es limitada, debido a que solamente las principales calles y avenidas del centro de la ciudad tienen capa de rodadura con pavimento asfáltico. Sin embargo en los últimos dos años se ha notado un crecimiento bastante sostenido en todos los cuatro sectores de la ciudad a nivel de pavimento flexible y semirígido (adoquinado).

El resto de las calles y las avenidas ubicadas en la periferia de la ciudad tienen una capa de rodadura de lastre (sub-base clase 2), tal es el caso de la Avenida Circunvalación, también conocida como Avenida Jaime Roldós Aguilera. El estado de la misma oscila entre regular en verano y malo o intransitable en invierno debido principalmente a la falta de un sistema de alcantarillado pluvial y a la falta de mantenimiento.

De los estudios realizados por consultoras contratadas por el I. Municipio de Milagro se ha determinado que las calles con pavimento asfáltico están localizadas en las vías de ingreso y salida de la ciudad, en el centro y ciertas lotizaciones o planes habitacionales que han crecido sin un control técnico adecuado, con una longitud total estimada de 37,79 kilómetros. Las calles periféricas son de lastre y tierra, con una longitud total estimada de 216,04 kilómetros.

⇒ Transporte

El sistema de transporte urbano lo constituye una sola empresa llamada "Ciudad de Milagro" que cubre la base del transporte urbano, con el servicio de taxis como complemento principal, cuyo número crece día a día, y consolidándose últimamente el sistema de alquiler de camionetas y motonetas. Este servicio tiene como ejes principales de circulación las más importantes avenidas y calles que cruzan los barrios de la ciudad para satisfacer las necesidades de transporte masivo de la población.

El cantón Milagro, al encontrarse asentado cerca de un nudo importante de vías, se constituye en el lugar de cruce y estacionamiento del transporte pesado, semipesado, intercantonal e interprovincial de buses, así como de otras formas de movilización de pasajeros y carga, como bien ha sido considerado en los estudios del Plan Vial del Ministerio de Obras Públicas.

⇒ Educación

La ciudad de Milagro cuenta con una amplia infraestructura en el área de la educación en todos sus niveles: pre-primario, primario, secundario, universitario y de postgrado, así como varios institutos técnicos como el SECAP, que promueven cursos y profesiones intermedias.

En la Tabla 1.1 se indica cuantitativamente la cobertura en el área de educación:

TABLA 1.1
COBERTURA DE EDUCACIÓN EN MILAGRO

Indicador	Alumnos	Profesores	Aulas	Planteles
Preprimaria pública	1.080	43	33	17
Preprimaria privada	717	58	37	14
Primaria pública	17.321	494	545	85
Primaria privada	4.294	256	251	33
Secundaria pública	9.978	667	295	15
Secundaria privada	2.397	266	199	19
TOTAL ESTIMADO:	35.787	1.784	1.360	183

Fuente: I. Municipalidad de Milagro, al año 2003.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Con respecto a la educación universitaria, existe la Universidad Estatal Autónoma de Milagro y la Universidad Agraria del Ecuador. La población estudiantil estimada de la ciudad de Milagro al año 2003 es de 39.274 estudiantes, sin contar el gran número de estudiantes que asisten a las escuelas, colegios y universidades de Guayaquil.

1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El cantón Milagro se halla ubicada en las coordenadas geográficas 9,765.000 norte y 657.000 este, teniendo una extensión territorial de 563.2 Km², cuyos límites son:

- Norte:** Cantones Yaguachi, Baquerizo Moreno y Simón Bolívar.
- Sur:** Cantones Yaguachi y Marcelino Maridueña.
- Este:** Cantones Naranjito y Marcelino Maridueña.
- Oeste:** Cantón Yaguachi.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

1.3 PROPÓSITOS DEL PROYECTO

A través de la historia el hombre se ha enfrentado contra el tiempo y el espacio, encontrando y mejorando constantemente técnicas para reducirlos, desde los caminos de piedra de las civilizaciones antiguas hasta las grandes autopistas de nuestra era, beneficiando con esto su forma y calidad de vida. Se sostiene, se asevera y se certifica que las vías de comunicación dan lugar al desarrollo socio-económico de un pueblo, una ciudad, un país, más aún si es que dichas vías son estudiadas, ejecutadas y mantenidas de acuerdo a lo que indica la técnica vial, dando mayor seguridad, aminorando costos y brindando confort a los usuarios.

La ciudad de Milagro, como toda ciudad en desarrollo, ha implementado un Plan Vial que contempla la organización, diseño y construcción de vías colectoras, arteriales y perimetrales, zonas y espacios de carga y descarga, terminales de transporte masivo urbano y provincial, la proyección y control del tráfico urbano, la implementación de terminales y zonas de carga fuera de zonas urbanas y la solución anticipada de posibles conflictos de tráfico que se producen por el crecimiento del parque automotor. Así mismo existen los programas de educación vial como alternativa de soluciones de posibles conflictos a futuro.

Dentro de este marco de planificación vial se encuentra, como prioridad, el diseño y construcción del primer tramo de la Avenida Circunvalación o Jaime Roldós Aguilera, cuya función primordial será el desvío del tráfico pesado

interprovincial que, en la actualidad, ingresa y sale del centro de la ciudad causando el colapso en la estructura vial local.

El presente proyecto de Tesis se trata de la elaboración de los Estudios Preliminares y Diseño Definitivo del Tramo I de la Avenida Circunvalación (Avenida Jaime Roldós Aguilera) en la ciudad de Milagro, Provincia del Guayas.

El proyecto servirá para complementar los conocimientos adquiridos en la Universidad en los cursos de Pre-Grado de Ingeniería Civil, para que el estudiante de Vías de Comunicación y cualquier profesional de la Ingeniería Civil, no especializado en la materia, pueda tenerlo como una guía o consulta referencial.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

CAPÍTULO 2



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

DATOS PRELIMINARES DE DISEÑO

Como indica la técnica, todo estudio preliminar que servirá de base para el diseño definitivo requiere seguir normas establecidas en textos de consultas, manuales de diseño, y en especial, los libros editados por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), tal es el "Manual de Diseño de Carreteras" conocido como MOP-001E, que regula y especifica todas y cada una de las actividades que se irán describiendo en la presente tesis.

Debe darse por entendido que, como datos preliminares del diseño vial, se realizó el reconocimiento del terreno que permitirá seleccionar la ruta o las rutas posibles, para después definir los elementos básicos del diseño.

2.1. ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO

Son aquellos elementos o condicionamientos mínimos a tomarse en cuenta en el desarrollo del proyecto de la vía tales como las características físicas del usuario, del vehículo y del camino, que se ven afectados por las condiciones topográficas, meteorológicas e hidrológicas del lugar.

2.1.1. GENERALIDADES EN EL DISEÑO VIAL

Cuando se habla de generalidades en el diseño vial necesariamente se considerará como parte primordial al conductor o al usuario, quien será el beneficiario de las bondades del diseño geométrico; las características del tránsito vehicular que se producirán con el desarrollo de la vía y sobre el que, necesariamente, se considerarán el volumen y la velocidad de vehículos; la capacidad de la vía, los controles en los accesos; y, las características arquitectónicas y ambientales del sitio donde se desarrolla el proyecto, lo que permite la integración del paisaje con el diseño vial que se proponga.

Cabe destacar que la profundización del estudio de cada uno de estos aspectos es tema de investigación, tesis y discusión en congresos, universidades y foros dentro y fuera del país. Para mejor entendimiento de los parámetros utilizados en el diseño vial de la Avenida Jaime Roldós Aguilera, se recordarán conceptos básicos.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

2.1.2. EL USUARIO

Se denomina como usuario a la persona que utiliza la vía mediante el uso de un vehículo. La planeación y el proyecto de una vía, así como el control y la operación del tránsito, requiere del conocimiento de las características físicas y

psicológicas del usuario del camino, quien es el elemento crítico en la determinación de muchas de las características del tránsito.

El comportamiento del usuario en la vía puede verse afectado por las diversas condiciones del ambiente, entre las que se cuentan:

1. La tierra, su uso y actividades.
2. El ambiente atmosférico, estado y condiciones del tiempo y visibilidad.
3. Obras viales, puentes y terminales.
4. La corriente del tránsito con sus características cambiantes que se manifiestan al usuario.

En tanto que estas condiciones ambientales inciden al usuario desde el exterior, este, a menudo, se ve afectado por su propio sistema orgánico. Tal es así que se considera el efecto del alcohol, las deficiencias físicas y aún los problemas emocionales que influyen en el conductor, afectando su conducta en la corriente del tránsito.

La motivación, inteligencia, aprendizaje, medio social en que vive y estado emocional del individuo como usuario de la vía, también son elementos significativos en la operación del tránsito.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Estos elementos han sido estudiados por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador (MOP) y se los considera como obligatorios a ser tomados en cuenta en el diseño de una vía. En el último Manual de Diseño Vial, cuyos textos están en revisión nacional, MOP-001E2002, en la sección 4.2 se considera prioritario el conocimiento de:

⇒ **Visión del conductor**



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

A través del sentido de la visión el ser humano obtiene información de lo que acontece a su alrededor. Muchos de los problemas operacionales y de proyecto requieren del conocimiento de las características generales de la visión humana. El conductor, según lo recomendado por el MOP, debe estar en capacidad de:

- ☒ Identificar objetos al mirar hacia delante dentro de un cono de visión de aproximadamente 10 grados.
- ☒ Detectar el movimiento a sus lados en cuestión de pocos segundos y con un rango de visión periférica efectivo.
- ☒ Ver el camino en la noche con escasez de luz y bajo condiciones de deslumbramiento.
- ☒ Distinguir colores de señales de tránsito y semáforos a una velocidad dada y bajo una determinada condición atmosférica.
- ☒ Percibir las distancias relativas de los diferentes objetos que se presenten en el camino.

Para la tarea de conducir se considera la importancia de la agudeza visual, la visión periférica, la recuperación al deslumbramiento, la percepción de colores y la profundidad de percepción, las cuales se describen a continuación.

- ✓ **Agudeza visual.** Es la capacidad que tiene el ojo de divisar objetos a cierta distancia de una manera clara. Está limitada por un cono visual de 5 a 6 grados y regularmente clara hasta 10 grados, siendo este el punto en el cual la agudeza visual disminuye rápidamente. Por lo cual, las señales de tránsito se diseñan y se colocan de tal manera que queden dentro de un cono de visión de 10 grados. En la Figura 2.1 se muestra el ángulo de cono visual α .

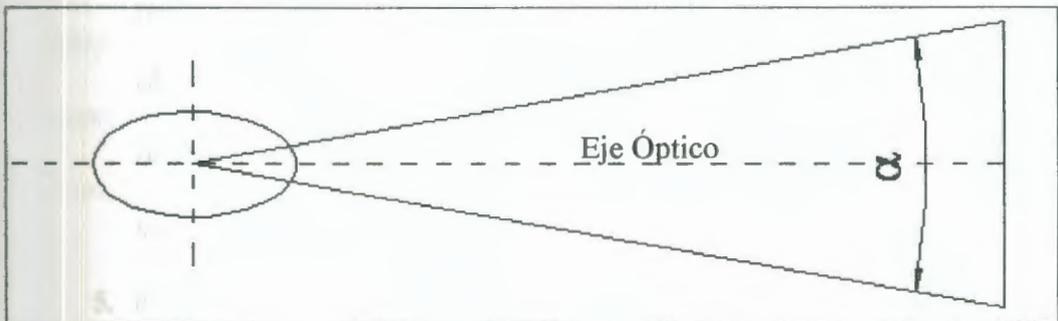


FIGURA 2.1 ÁNGULO DE CONO VISUAL α

- ✓ **Movimiento del ojo.** Para obtener una clara visión del tránsito en el camino, se ha determinado, mediante estudios realizados en diferentes países, que es necesario que el ojo efectúe 6 movimientos diferentes, todos los cuales representan tiempo mientras se recorre una distancia. Estos son:



1. El ojo debe fijarse en el objeto que va a ser visto. Esta pausa requiere un tiempo promedio de 0.17 segundos, variando de 0.10 a 0.30 segundos.
2. El ojo *salta* de un punto fijado al siguiente. Este tiempo varía de 0.029 a 0.100 segundos para movimientos de 5 grados a 40 grados respectivamente. El tiempo de reacción que se requiere para estos movimientos varía de 0.125 a 0.235 segundos con un promedio cercano a los 0.20 segundos. Así que el tiempo requerido para mover el ojo varía de 0.15 a 0.33 segundos.
3. El ojo debe seguir los elementos en movimiento en la corriente de tránsito.
4. Ambos ojos deben moverse armoniosamente para que las pupilas puedan converger o divergir, asegurando una visión binocular sobre los objetos que se mueven en el camino, el tiempo requerido para que los objetos puedan converger o divergir para tener una visión binocular varía de 0.3 a 0.5 segundos.
5. El ojo debe moverse para compensar los movimientos de la cabeza.
6. El ojo se mueve a menudo involuntariamente, respondiendo a ruidos u otra clase de ruidos.

Así, un conductor cuyos ojos estén fijos en lo que ocurre a la derecha de una intersección, puede necesitar hasta un segundo completo para mover sus ojos al lado izquierdo y regresar de nuevo la vista al lado derecho. Lo descrito en líneas anteriores son implementaciones, que si bien permiten tener información, no necesariamente es cuantificable en exactitud.

- ✓ **Visión periférica.** En estudios hechos a conductores se muestra que el ángulo central total de visión periférica usualmente varía entre 120 y 160 grados, pero debido a la concentración visual, el rango de visión periférica efectiva se contrae entre 100 y 40 grados al incrementarse la velocidad desde 30 hasta 100 Km/h respectivamente, dejando claro que no es una regla que se mantiene con exactitud, porque conocido es que la agudeza visual y la velocidad de reacción es cambiante de acuerdo a la edad del conductor.

- ✓ **Visión en condiciones de deslumbramiento.** Algunas condiciones como son la salida de túneles, la iluminación de las calles y el deslumbramiento por los faros de los otros vehículos, exigen del conductor un esfuerzo de adaptabilidad a los cambios de luz; siendo el paso de la oscuridad a la luz donde el ojo se adapta más rápido por sí mismo que cuando pasa de la luz a la oscuridad.

- ✓ **Percepción del espacio.** Los valores del espacio y del tiempo de percepción basados en la visión permiten que el conductor se forme juicios de su propio comportamiento y del espacio, así como del comportamiento de los demás en la corriente del tránsito. Ejemplos de la necesidad que tiene el conductor para percibir el espacio son el uso de las marcas en el pavimento, guías para estacionamiento, delineación de calles y entronques para obtener ángulos visuales grandes.

✓ **Altura del ojo del conductor.** Las dimensiones representativas de la altura del ojo del conductor sobre la superficie del camino son importantes en el proyecto geométrico para el cálculo de distancia de visibilidad. La variación de la altura del ojo es función de las características, tanto de los vehículos como de los conductores, y de acuerdo a investigaciones se ha determinado el valor promedio de 1.14 metros, valor que se considerará en el diseño de la Avenida Jaime Roldós.

⇒ **Tiempo de reacción del conductor**

Es aquel breve intervalo de tiempo entre ver, oír o sentir y empezar a actuar en respuesta al estímulo de una situación del tránsito o estado de la vía, resultado del tiempo de percepción, comprensión, emoción y reacción. Este tiempo puede variar de 0.5 segundos a 3 o 4 segundos de acuerdo a la complejidad de la situación, y dependiendo también de la edad del conductor. Los tiempos de reacción del conductor son necesarios para la determinación de las distancias de visibilidad de parada, las velocidades de seguridad en los accesos a intersecciones y en la programación de semáforos.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

2.1.3. EL VEHÍCULO

Se comprende o considera como vehículo a todo sistema mecánico manual o autopropulsado que permita transportar personas, animales o carga a través de senderos, caminos, calles o vías de cualquier tipo y orden de una forma económica, segura y cómoda. Para el caso presente, se consideró básicamente un vehículo autopropulsado de características diferentes que circularán por la vía y que constan dentro de la definición del Manual MOP-001E en la sección 4.3, que se describen a continuación:

⇒ Tipos de vehículo

De acuerdo a la definición del MOP, los vehículos autopropulsados se clasifican de manera general en vehículos livianos, vehículos pesados y vehículos extra-pesados, los cuales serán brevemente descritos a continuación. Tal clasificación está expresada de manera gráfica en la Figura 2.2.

1. **Vehículos livianos:** Son aquellos que tienen características de operación semejantes a un automóvil. También se incluyen los jeeps, las camionetas de dos ejes y aquellos con transmisión a las cuatro ruedas, las camionetas de cajón y camiones livianos de reparto. La capacidad máxima para pasajeros se considera nueve personas.

2. **Vehículos pesados:** Forman parte de este tipo de vehículos todos aquellos destinados al transporte de pasajeros y carga que tengan entre uno y cinco ejes de doble llanta. Pertenecen a esta clasificación los buses, camiones y autotractores.

3. **Vehículos extra-pesados:** Son aquellos vehículos especiales que por sus características físicas tengan 6 o más ejes. Se incluyen en esta clasificación los remolques, semi-remolques y la maquinaria agrícola.

Para el presente trabajo de tesis se han clasificado los vehículos autopropulsados en cuatro grupos:

- *Livianos*, que representa a los automóviles y camionetas.
- *Pesados 1*, a los buses y camiones de dos ejes.
- *Pesados 2*, a los camiones de 3 ejes.
- *Pesados 3*, a los camiones de 4 o más ejes.

TIPO DE VEHICULO	Nº DE EJES	ESQUEMAS		SIMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHICULOS		
		PERFIL	PLANTA					
VEHICULOS LEVIANOS	AUTOMOVILES	2		P			60	
	CAMIONETAS			C				
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2		B		16		
	CAMIONES	2		2-5	55	100	25	40
		3		3-3	35			
		3		2-31				
		4		2-32	9			
		3		3-32				
		3		2-3-3	1			
		OTRAS COMBINACIONES						
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES VO RENJQUES ESPECIALES		E _m P-VEHICULOS	VARIABLE				
	MAQUINARIA AGRICOLA			VARIABLE				
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS			VARIABLE				
	OTROS			VARIABLE				

FIGURA 2.2 CLASIFICACIÓN GENERAL DE VEHÍCULOS, MOP

⇒ Características geométricas y de operación del vehículo

RESUMEN

Las características geométricas están definidas por las dimensiones y el radio de giro de los vehículos, y las características de operación están definidas, principalmente, por la relación peso / potencia.

El radio de giro es el radio de la circunferencia definida por la trayectoria de la rueda delantera externa del vehículo cuando este efectúa un giro. El radio de giro mínimo está limitado por la deflexión máxima de las ruedas. La razón entre el peso del vehículo cargado (Kg) y la potencia de su motor (HP) está relacionada directamente con la velocidad y tiempo de recorrido en la vía, influyendo directamente en el proyecto de alineamiento vertical y en el análisis de capacidad de la vía.

En la Tabla 2.1 se muestra el resumen de pesos de camiones y buses tomado de las "Normas Interinas de Diseño de Vías y Puentes" realizado por CORPECUADOR, considerado necesario en este trabajo de tesis.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TABLA 2.1
RESUMEN DE PESOS DE CAMIONES Y BUSES
(CORPECUADOR)

Dimensiones de Camiones y Buses	Proyecto de Reforma Según MOP	Vigentes MOP
Ancho camión	2.60 m	2.60 m
Ancho bus	2.60 m	2.60 m
Alto camión	4.10 m	4.10 m *
Alto bus	4.10 m	4,10 m
Largo Camión rígido (1,2 o 3 ejes en el semiremolque)	11,50 m(con 2 ejes) 12,20 m(con 3 ejes)	12.00 m
Largo tracto camión + semiremolque (1,2,3 ejes en el semiremolque)	17,50m (2S1; 2S2,2S3,3S1) 18,3 m(3S2,3S3)	18,00(3S2 y 3S3)*
Largo semiremolque	9,0 m (1 eje) 12,3 m(2 ejes) 13,0 m(3 ejes)	9.0 (1 EJE) 12.3 (2 EJES) * 13.0 (3 EJES)
Largo remolque	10,00 m	10,3 m
Largo camión + remolque	18,30 m	18,3 m
Largo tracto camión + semiremolque + remolque	18,30 m	18,3 m
Largo bus larga distancia	Convencional 13,3m Semi integral 15,0 m hasta con 3 ejes Integral 15,0m hasta 4 ejes direccionales	
Largo bus articulado	18,3m	-
Largo bus urbano/suburbano	-	-
Ancho vehiculos especiales	-	-
Alto Vehiculos especiales	-	-
Largo de vehiculos especiales (1)	21	21 *
Separación para ejes compuestos	-	min 1.2m max. 1.6m
PESOS CAMIONES		
Eje trasero simple rodado simple (2r)	6,00t	6,00t
Eje trasero simple rodado doble (1r)	11,00t	12,00t
Eje trasero doble rodado simple (4r)	12,00t	12,00t
Eje trasero doble rodado simple y doble (6r)	15,50t	
Eje trasero doble rodado doble (8r)	19,00t	20,00t
Eje trasero triple rodado simple (6r)	18,00t	-
Eje trasero triple 1 rodado simple y 2 dobles (10r)	24,00t	-
Eje trasero triple 3 rodados dobles (12r)	24,00t	24,00t
Peso Bruto Total admitido	48,00	46,00t *
Tolerancias de pesos	500 Kg. para eje delantero y 1000 Kg para cualquiera de los ejes posteriores No existe tolerancia para el P.B.V.	-
Relación Potencia / Peso	6,5 HP/t	8 HP/t y 6,5 HP/t
* En estudio el cambio de valores		

⇒ Vehículo de proyecto

Es un vehículo hipotético cuyas características se emplearon para establecer los lineamientos que rigen el proyecto geométrico de vías e intersecciones. El vehículo de proyecto para el presente trabajo de tesis se lo obtuvo de los datos de aforo de tránsito hecho en la Avenida Jaime Roldós.

Según los datos de aforo de tránsito, excluyendo los vehículos livianos que representan el 88% del total, el tipo de vehículos considerados Pesados 1, compuesto por buses y camiones de dos ejes, es el grupo más representativo que circulará por la Avenida. Es por este motivo que se escogió a este tipo de vehículo, con sus características geométricas y de operación, como el vehículo de proyecto.

El vehículo de proyecto recomendado por el MOP, haciendo una relación con el escogido, Pesados 1, sería el tipo DE-450, que representa un vehículo con una distancia entre ejes extremos de 4,50 metros. Considerando el peso total con carga y la longitud total de cada vehículo se estableció una relación entre el vehículo de proyecto, Pesados 1, y los demás tipos de vehículos, Livianos, Pesados 2 y Pesados 3. En la Tabla 2.2 se muestran los pesos y longitudes utilizadas de cada tipo de vehículo, mientras que en la Tabla 2.3 se muestra la relación establecida del vehículo de proyecto, Pesados 1, respecto a los demás.

TABLA 2.2
PESOS Y LONGITUDES DE CADA TIPO DE VEHÍCULO

	Vehículo de Proyecto Pesados 1	Livianos	Pesados 2	Pesados 3
Longitud total (cm)	730	580	915	1 600
Peso total con carga (Kg)	10 000	5 000	17 000	30 000

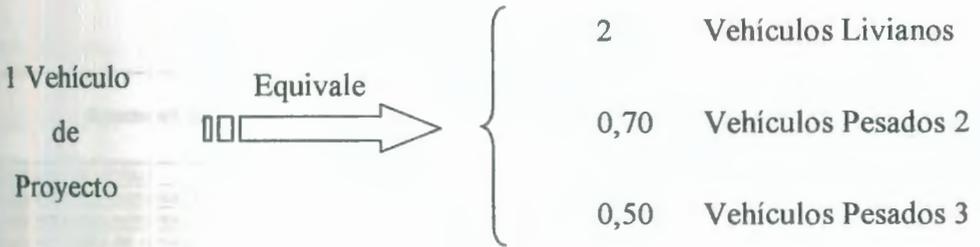
TABLA 2.3
RELACIÓN ENTRE EL VEHÍCULO DE PROYECTO Y LOS DEMÁS GRUPOS

Vehículo Proyecto / Tipo	Livianos	Pesados 2	Pesados 3
Razón en Longitud	1,25	0,80	0,46
Razón en Peso	2	0,60	0,33
Razón a utilizar	2	0,70	0,5



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

De la Tabla 2.3 se deduce lo siguiente:



En la Tabla 2.4 se presenta las características geométricas de los vehículos de diseño recomendados por el MOP, en donde se sombrea el vehículo de proyecto DE-450 que, como se dijo anteriormente, es el vehículo de proyecto análogo al Pesados 1.

2.1.4. TRÁNSITO

Se define como tránsito o tráfico, al flujo constante de vehículos entre dos puntos sobre una vía. Al proyectar la Avenida Jaime Roldós, las intersecciones, los accesos y los servicios dependen fundamentalmente de la demanda, es decir, del volumen de tránsito que circulará en un intervalo de tiempo dado, dependiendo también de la variación del tránsito, su tasa de crecimiento y composición. Un error en la determinación de estos datos ocasionará que la Avenida en estudio funcione durante el período de diseño, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó o bien con volúmenes mayores originando problemas de congestión.

TABLA 2.4
CARACTERÍSTICA DE LOS VEHÍCULOS DE PROYECTO
RECOMENDADOS POR EL MOP

Características		Vehículo de Proyecto					
		DE - 335	DE - 450	DE - 610	DE - 1220	DE - 1525	
Dimensiones en Cm	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1678
	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1525
	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET				391	915
	Distancia entre ejes del semiremolque	DES				701	793
	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92
	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61
	Distancia entre ejes tándem tractor	Tt					122
	Distancia entre ejes tándem semiremolque	Ts				122	122
	Distancia entre ejes interiores tractor	Dt				397	488
	Distancia entre eje interiores tractor y semiremolque	Ds				701	793
	Ancho total del vehículo	A	234	244	259	259	259
	Entrevía del vehículo	EV	183	244	259	259	259
	Altura total del vehículo	Ht	167	214 - 412	214 - 412	214 - 412	214 - 412
	Altura de los ojos del conductor	Hc	114	114	114	114	114
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61
Altura de los faros traseros	H	61	61	61	61	61	
Ángulo de desviación del haz de la luz de los faros (°)	α	1	1	1	1	1	
Radio de giro mínimo (cm)	R λ	732	1040	1281	1220	1372	
Peso Total (Kg)	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000
Relación Peso / Potencia (Kg / HP)		Wc / P	45	90	120	180	180
Vehículos representados por el de Proyecto			P y C	By 2-S	3 - S T2-S1	T2-S2	T3 - S2 OTROS
Porcentaje de vehículos del tipo indicado cuya distancia entre ejes extremos (DE) es menor que la del vehículo del proyecto		P y C	99	100	100	100	100
		By 2-S	30	90	99	100	100
		3-S	10	75	99	100	100
		T2 - S1	0	0	1	80	99
		T2 - S2	0	0	1	93	100
	T3 - S2	0	0	1	18	90	
Porcentaje de vehículos del tipo indicado cuya relación Peso / Potencia es menor que al del vehículo de Proyecto		P y C	98	100	100	100	100
		By 2-S	62	98	100	100	100
		3-S	20	82	100	100	100
		T2 - S1	6	85	100	100	100
		T2 - S2	6	42	98	98	98
	T3 - S2	2	35	80	80	80	

⇨ **Tránsito promedio diario**

Es el volumen de tránsito durante un período de tiempo dividido por el número de días del período, que abreviadamente se denota TPD. Según el período utilizado para el medir el volumen de tránsito, el TPD puede ser anual, mensual o semanal, denominándose TPDA, TPDM y TPDS, respectivamente.

⇒ Tipos de medición o aforo del tránsito

Para realizar un aforo o conteo de vehículos se dispone de dos alternativas, a saber, manual y automática. El conteo manual requiere de personas que registren la cantidad de vehículos que circulan por un punto de conteo fijado, en los días y horas de mayor afluencia vehicular, siendo este tipo de conteo el utilizado en el presente estudio. El conteo automático consiste en el uso de instrumentos especiales y calibrados cada cierto tiempo con conteos manuales. Mediante un muestreo se obtiene la composición del tránsito, permitiendo obtener la equivalencia entre el número de vehículos y los ejes registrados por los contadores.

La Tabla 2.5 presenta el resumen del aforo de tránsito hecho para la Avenida Jaime Roldós en el año 2003, suministrado por la I. Municipalidad del Cantón Milagro, de donde se analizaron los datos y se determinó el tránsito actual. La información completa de los aforos se puede ver en el Anexo A. Como la Avenida Jaime Roldós no se encuentra operable, la norma recomienda realizar el aforo en una vía con características semejantes a la de proyecto y ubicada dentro de una zona cercana, donde se obtienen datos confiables para el diseño. Siguiendo las normas, los datos utilizados refieren a la Avenida 17 de Septiembre, que cumple con el requerimiento técnico mencionado.

TABLA 2.5

RESUMEN DE AFORO DURANTE HORAS PICO

Tipo de Vehículo	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Sumatoria		% Vehículo	Total Equivalente
Automóvil	709	865	938	534	3,046	6,144	50%	3072.00
Camioneta	604	604	604	604	2,416			
4x4	193	133	159	56	541			
Van	34	74	15	18	141			
Buses 2 ejes	122	108	163	82	475	772	100%	772.00
Buses 3 ejes	-	38	3	15	56			
Camiones 2 ejes pequeños	71	71	39	7	188			
Camiones 2 ejes medianos	21	18	11	3	53			
3 ejes	1	-	1	2	4	4	143%	5.72
4 y 5 ejes	-	-	1	-	1	1.0	250%	2.50
Total	1,755	1,911	1,934	1,321	6,921	6,921	T_{Actual}	3852

Estación: Av. 17 de Septiembre Fecha: Mayo 29, 30 y 31, Junio 1 del 2003

⇒ Composición del tránsito

Analizando los resultados de los aforos realizados, en la Tabla 2.6 se muestra la siguiente composición del tránsito actual.

TABLA 2.6

COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

Tipo	Vehículo Equivalente	%
Livianos	3,072.00	79.75
Pesados 1	772.00	20.04
Pesados 2	5.72	0.15
Pesados 3	2.50	0.06
Σ	3,852.22	100.00



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

⇒ **Proyección del Tránsito**

El tránsito proyectado es aquel que se estima puede llegar a darse en el futuro estableciendo una tasa de crecimiento para el periodo de estudio basada en las tendencias históricas del país. Además, cuando se trata de vías urbanas, existe otra consideración que incide directamente en el diseño de la vía, tal es el mejoramiento del nivel de vida de los habitantes, y a medida de querer realizar una precisión mayor en la estimación del tránsito, irán surgiendo más variables para el cálculo.

Para determinar el tránsito proyectado, se aplica al tránsito actual, que está expresado en TPD, la fórmula expresada en el Cuadro de Ecuación 2.1:

$$T_P = T_A (1 + i)^n$$

Cuadro de Ecuación 2.1

En donde,

- T_P: Tránsito proyectado.
- T_A: Tránsito actual expresado en TPD.
- i: Tasa de crecimiento, descrita a continuación.
- n: Período de proyección expresado en años.

⇒ **Tasa de crecimiento, i**

La tasa de crecimiento, denotada con la letra i , es un estimativo que, para el presente proyecto, indica el crecimiento del parque automotor en el futuro. Para determinar un valor de i acorde a la tendencia del país, se revisaron los registros de la Comisión de Tránsito de la Provincia del Guayas (CTG), del Banco Central del Ecuador (BCE), y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), que fueron los siguientes y se pueden revisar en el Anexo B:

- ❑ Vehículos matriculados en el Guayas en el. Fuente: CTG.
- ❑ Las importaciones de vehículos de transporte particular en el período de 1990 al 2003. Fuente: BCE.
- ❑ Ingresos en el Presupuesto Nacional por ventas de hidrocarburos y derivados en el período de 1993 al 2003. Fuente: BCE.
- ❑ Producción nacional de Derivados de Petróleo en el período de 1993 al 2003. Fuente: BCE.
- ❑ Consumo Interno de Hidrocarburos en el período de 1993 al 2003. Fuente: BCE.
- ❑ Producto Interno Bruto del país en el período de 1993 al 2003. Fuente: BCE.
- ❑ Población Urbana Total Nacional en el período de 1993 al 2003. Fuente: INEC.



Luego de analizar cada registro se consideraron los datos históricos de la Población Urbana Total Nacional, Producto Interno Bruto y del Consumo Interno de Hidrocarburos, ya que muestran una tendencia confiable sin grandes variaciones causadas por la crisis económica y los cambios de gobierno en la última década.

Por medio de regresiones lineales y exponenciales se estableció el valor de la tasa de crecimiento anual de cada registro. Para aproximar un valor del tránsito futuro se tomó como referencia la tasa de crecimiento del PIB, de 3,64%, y debido a la estabilidad económica que presenta el país en estos últimos tres años, se estableció un valor de 4% como la tasa de crecimiento anual a utilizar en la proyección del tránsito. En la Tabla 2.7 se muestran los registros históricos en el país utilizados para determinar la tasa de crecimiento anual.

TABLA 2.7
REGISTROS HISTÓRICOS EN EL PAÍS

Año	PIB <i>miles de dólares</i>	Población Urbana Total Nacional <i>personas</i>	Consumo Interno de Combustible <i>millones de barriles</i>
1993	15.056.565	6.427.324	37,4
1994	18.572.835	6.654.260	39,7
1995	20.195.548	7.037.563	43,0
1996	21.267.868	7.250.815	46,7
1997	23.635.560	7.520.361	49,2
1998	23.255.136	7.780.286	49,0
1999	16.674.495	8.023.456	43,9
2000	15.933.666	8.221.642	48,0
2001	21.024.085	8.322.352	50,7
2002	24.310.944	8.318.721	53,0
2003	26.844.408	8.795.593	53,9
Tasa de Crecimiento %	3,64	3,08	3,15

Para hallar el tránsito actual en TPD, se dividió el tránsito de vehículos equivalentes, 3.853, entre el número de días del aforo, 4. Entonces se determinó el tránsito proyectado en un período de 20 años en aproximadamente 2.110 vehículos, como se puede ver en la Tabla 2.8

TABLA 2.8. TRÁNSITO PROYECTADO A 20 AÑOS

Total de Vehículos Equivalentes	3,852	Veh.
Total de Días	4	días
Tráfico Actual (T_a)	963	Veh. / día
Tasa de crecimiento anual (i)	4.00%	
Período de proyección	20	años
Tráfico Proyectado (T_p)	2,110	Veh.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

De una manera general, se puede decir que el tránsito proyectado está compuesto por los siguientes tipos de tránsito y que están descritos a continuación:

- Tránsito Actual o Existente
- Tránsito Desviado
- Tránsito Generado
- Tránsito por Desarrollo

⇒ Tránsito Existente y Desviado

El tránsito actual está compuesto por el tránsito existente y el tránsito desviado. Al volumen de tránsito que circula antes de ser mejorada la vía se lo denomina existente, y al volumen de tránsito que será atraído por las mejoras de la vía, desviado. Este último se lo consideró como el 20% del tránsito proyectado, y se lo expresa según el Cuadro de Ecuación 4.2.

$$T_D = 0,20 \times T_P$$

Cuadro de Ecuación 4.2

⇒ Tránsito generado

El tránsito generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras en la Avenida ocurren. Este valor se lo determinó como el 25% del tránsito proyectado, y está expresado en el Cuadro de Ecuación 4.3.

$$T_G = 0,25 \times T_P$$

Cuadro de Ecuación 4.3

⇒ Tránsito por desarrollo

Este tránsito se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la vía. Como la vía se encuentra dentro de una zona urbanizable, se estimó que el tránsito por desarrollo será un tercio del tránsito proyectado, y que se puede ver en el Cuadro de Ecuación 4.4.

$$T_R = \frac{1}{3} T_P$$

Cuadro de Ecuación 4.4

Así el TPDA proyectado está compuesto según lo indica en la Tabla 2.9:

TABLA 2.9. TRÁNSITO PROYECTADO Y SU COMPOSICIÓN

Tráfico Desviado (T_d)	422	Veh.
Tráfico Generado (T_g)	528	Veh.
Tráfico por Desarrollo (T_r)	703	Veh.
Tráfico Existente (T_e)	<u>457</u>	Veh.
Tráfico Proyectado (T_p)	2,110	Veh.

⇒ Clasificación de vías

Las vías pueden clasificarse de diferentes formas dependiendo de la característica que se le quiera dar. En tal sentido, las formas más comunes en que se clasifican las vías son: por su objetivo, por el material de que estén construidas, por la capacidad de tránsito que soporta, por la topografía y por la importancia.

✓ *Por su objetivo*

Según el objetivo por el cual las vías fueron diseñadas, estas pueden ser: Agrícolas, Estratégicas, Urbanas e Interprovinciales.

Vías Agrícolas o de Herradura, son caminos que pueden ser lastrados, con fuertes pendientes y muchas curvas ya que siguen el relieve del terreno natural. Se los conoce como caminos de herradura porque fueron hechos al andar de carretas y animales de paso. Este tipo de vías se las puede ver en pueblos y recintos y que se conecta, a menudo, con otra vía mejor diseñada.

Vías Estratégicas, son caminos que a más de su función de transporte, en casos extremos de emergencia, un tramo suyo es utilizado como pista de aterrizaje por el Ejército. Como ejemplo, un tramo de la vía Durán - Tambo cumple con este objetivo.



Vías Urbanas, son caminos dentro de un perímetro urbano y que tienen posibilidad de parqueo. Las avenidas y calles de las ciudades cumplen con este objetivo.

Vías Interprovinciales, son caminos que tienen una gran longitud y en los que sus características de diseño cumplen con las normas vigentes en el país. Las vías que conectan una ciudad con otra, ya sea de la misma provincia o no.

✓ ***Por su material***

Según la textura superficial del material por la que está construida, las vías pueden ser de: Hormigón, Lastre, Tierra natural.

Vías de Hormigón, son caminos cuyo costo es elevado y su duración estimada es de 20 años, pueden ser de hormigón hidráulico, asfáltico, riego asfáltico o adoquín. Las avenidas y calles principales de ciudades y vías interprovinciales son un ejemplo de este tipo de vía.

Vías lastradas (empedrados, con grava), Son caminos baratos, tienen una duración estimada de una o dos temporadas invernales, en el costo influye el material que se explota y se lo acarrea desde un río que está en la zona o desde una cantera cercana. Actualmente la Avenida Jaime Roldós entra en esta clasificación.

✓ *Vías de tierra o terreno natural*, son muy baratos, con anchos variables y generalmente no se los puede utilizar en época de lluvia.

✓ **Por el tránsito**

Dependiendo de volumen de tránsito que se espera soporte la vía, el MOP ha clasificado las vías dándoles una nomenclatura de números romanos, desde el número I hasta el número V, siendo la vía tipo V la de menor tránsito y la vía tipo I la de mayor tránsito.

Un caso especial es la denominación de las vías con un valor de tránsito más alto que la del tipo I, y se las denomina RI y RII, siendo estas las llamadas Autopistas. En la Tabla 2.10 se muestra esta clasificación con el rango del tránsito para cada tipo de vía.

TABLA 2.10 CLASIFICACIÓN DE VÍAS, MOP

Clase de Vía (según MOP)	TPDA (año final de diseño)
RI - RII	>8000
I	3000 – 8000
II	1000 – 3000
III	300 – 1000
IV	100 – 300
V	< 100

✓ **Por la topografía**

Según el terreno en donde se encuentre asentada la vía, esta se la puede considerar: Llana, Ondulada, Montañosa. Esta clasificación es utilizada por Berer y Proctevía en sus estudios de vías.

Vías en terreno llano, son caminos que se construyen sobre un terreno con pendiente longitudinal menor al 3% y que presentan algunas elevaciones. La Avenida Jaime Roldós presenta esta característica topográfica.

Vías en terreno ondulado, son vías asentadas en terrenos que presentan elevaciones y depresiones más fuertes pero con longitudes largas. La pendiente longitudinal está en el orden del 3% al 6%. Un tramo inicial de la Vía a Salinas es un ejemplo de este tipo de vías.

Vías en terreno montañoso, son aquellas vías en donde el terreno presenta depresiones y elevaciones con pendientes muy fuertes y longitudes cortas que obligan a los vehículos pesados a operar con velocidades muy bajas en distancias considerables y a intervalos pequeños. En sitios cercanos al inicio de la Sierra se encuentran este tipo de vías en la Costa.

✓ **Por su importancia**

Observando el grado de importancia en la función que desempeña la vía, CORPECUADOR las clasifica en: Corredor Arterial, Colectora y Vecinal, y establece una relación con la clasificación propuesta por el MOP, mencionada anteriormente.

Corredores Arteriales, corresponden a las vías de calzadas separadas (Autopistas) y de calzada única (Clase I y II). Dentro del grupo de Autopistas estas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y de vehículos. Dentro del segundo grupo de arteriales (Clase I y II), que son la mayoría de las vías, tendrán una superficie acondicionada con dos carriles para la circulación de vehículos en ambos sentidos, espaldones adecuados a cada lado y accesos controlados mediante vías de servicio.

Vías Colectoras, estas vías son de clase I, II, III y IV que, de acuerdo a su importancia, están destinadas a recibir el tránsito de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

Caminos Vecinales, estas vías son de clase IV y V, que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores.



Siguiendo estas clasificaciones, la Avenida Jaime Roldós es una vía urbana de lastre en terreno llano, que se la puede considerar colectora de clase II por el volumen de tránsito que alojará.

5. VELOCIDAD

Se define físicamente a la velocidad como el resultado de dividir la distancia recorrida del vehículo en la vía para el periodo de tiempo empleado en dicho recorrido. La velocidad es un factor definitivo para calificar la calidad del flujo del tránsito, y para el cálculo de la mayoría de los elementos del proyecto.

Esta definición de velocidad es relativa ya que en varios tramos de la vía el vehículo puede aumentar o disminuir su velocidad dependiendo de las condiciones de tránsito y ambientales existentes. Por tal razón se diferenciaron cuatro tipos de velocidad: la de punto, la de recorrido, la de operación y la de diseño que se describen a continuación.

⇒ Velocidad de Punto

Es la velocidad de un vehículo a su paso por un punto del camino. Se la puede determinar con dispositivos electrónicos como el radar. Esta velocidad está influenciada por el usuario, el vehículo, la vía, el volumen de tránsito, la velocidad permitida y las condiciones prevalecientes.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

⇒ **Velocidad de Circulación**

Es la velocidad de un vehículo en un tramo de camino, obtenida al dividir la distancia de recorrido para el tiempo en el cual el vehículo estuvo en movimiento. Esta velocidad está regida por las condiciones dominantes del usuario y limitada por el organismo de control de tránsito competente. En ciertos casos, dependiendo de las características geométricas de la vía, la velocidad de circulación se aproxima a la velocidad de diseño, a describirse más adelante, llegando a establecerse una relación entre esta y la de diseño.

⇒ **Velocidad de Operación**

Es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede viajar en un tramo de la vía, bajo condiciones prevalecientes de tránsito y condiciones atmosféricas favorables, sin sobrepasar la velocidad de diseño en dicho tramo.

⇒ **Velocidad de Diseño**

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables, y es utilizada para determinar los elementos geométricos de la vía. La selección de esta velocidad está influenciada principalmente por la configuración topográfica del terreno, el tipo de carretera, los volúmenes de tránsito, el uso de la tierra y la cultura vial del usuario en el área de influencia.

Con respecto a la determinación de la velocidad de diseño, se analizó bastante la cultura vial del usuario en lo referente al irrespeto de las señales de tránsito, el utilizar la vía como pista de carrera y aparcamiento provisional. Así que mientras que el organismo de control pertinente fija una velocidad máxima, esta es sobrepasada con singular frecuencia por el usuario. Previendo lo anterior y sin alejarse demasiado de la norma vial vigente, se determinó una velocidad de diseño en 50 Km/h. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

2.1.6. CAPACIDAD

La capacidad de una vía o de un carril es el número máximo de vehículos que pueden circular cómodamente y con seguridad por él durante un periodo de tiempo determinado y bajo ciertas condiciones prevalecientes. Así mientras la vía tenga más carriles, la capacidad aumenta, favoreciendo a la disminución de accidentes de tránsito y a un uso confortable de la vía.

⇒ Condiciones prevalecientes

Son condiciones o estados propios de una vía que pueden ocurrir con poca frecuencia o todos a la vez, se los agrupa en cuatro partes:

- i.* Condiciones establecidas por las características físicas de la vía.
- ii.* Condiciones que dependen de la corriente del tránsito en la vía.
- iii.* Condiciones ambientales como el calor, frío, lluvia, Fenómenos del

☞ Niño y/o no previstos.

- iv. ☞ Condiciones culturales presentes tales como manifestaciones públicas y cualquier otra actividad popular.

⇒ Nivel de servicio

Nivel de servicio es un término que denota un número de condiciones de operación diferentes, tales como acelerar, desacelerar o girar, que pueden ocurrir en un carril o en una vía dada cuando aloja varios volúmenes de tránsito.

⇒ Volumen de servicio

A cada nivel de servicio le corresponde un volumen de tránsito, que será el número máximo de vehículos que circulará por la vía.

⇒ Condiciones de operación para los diferentes niveles de servicio

Para determinar el nivel de servicio que presentará la Avenida Jaime Roldós se hicieron las siguientes estimaciones de las condiciones de operación:

- ☞ La avenida tendrá dos carriles por sentido.
- ☞ El paso de transporte público será limitado por zonas de seguridad y, de requerirlo, pasos peatonales.
- ☞ Se controlarán las intersecciones mediante señalización.
- ☞ El transporte pesado usará ocasional y provisionalmente la avenida también para parqueo en horas prefijadas.



- Ø El flujo de tránsito se lo considerará permanente.
- Ø Las velocidades de circulación serán prudenciales y establecidas por las leyes de tránsito.

A partir de estas estimaciones y siguiendo las definiciones de niveles de servicio dadas por el MOP, se consideró que la Avenida Jaime Roldós tendrá un nivel de servicio del tipo C, que es para un flujo estable con velocidades de circulación condicionada por el tránsito y libertad de maniobra controlada.

El MOP considera también otros niveles de servicio además del nivel de servicio C, por lo que existen 5 niveles de servicio en las vías:

Ø **Nivel A:** Corresponde a una condición de flujo libre con volúmenes de tránsito bajos y velocidades altas. No hay restricción en las maniobras ocasionadas por la presencia de otros vehículos; los conductores pueden mantener las velocidades deseadas con escasa o ninguna demora.

Ø **Nivel B:** Corresponde a la zona de flujo estable, con velocidades de operación que comienzan a restringirse por las condiciones del tránsito. Las reducciones de velocidad son razonables, con una escasa probabilidad de que el flujo de tránsito se reduzca.

Ø **Nivel C:** Se encuentra en la zona de flujo estable, pero las

velocidades y posibilidades de maniobra están más estrechamente controladas por los altos volúmenes de tránsito.

⊖ **Nivel D:** Se aproxima al flujo inestable con velocidades de operación afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad.

⊖ **Nivel E:** Este nivel no puede describirse solamente por la velocidad, pero representa la operación a velocidades aún más bajas que el nivel D, con volúmenes de tránsito correspondientes a la capacidad de la vía. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.

⊖ **Nivel F:** Corresponde a circulación forzada, las velocidades son bajas y los volúmenes inferiores a los de la capacidad. En estas condiciones generalmente se producen colas de vehículos a partir del lugar en que se produce la restricción.

2.1.7. CONTROL DE ACCESOS

Se considera como acceso a la inserción de un vehículo al tránsito de una vía desde otra vía de similar o menor característica de diseño. Los controles de accesos de una vía mejoran notablemente la funcionalidad, comodidad y

seguridad en cualquier tipo de vía, más aún si se mantienen las condiciones homogéneas de circulación y la misma capacidad de la Avenida.

Para el caso en estudio, se tienen tres puntos críticos que son las intersecciones a nivel que se presentan en las abcisas 0 + 000, 1 + 640 y 3 + 080, que representan la intersección con la vía a Virgen de Fátima (Km. 26), la intersección con la calle Armando Jiménez, y la intersección con la vía a Naranjito, respectivamente, para los que se ha procedido al diseño geométrico de dichas intersecciones que, de acuerdo al volumen de tránsito proyectado, serán diseñadas como intersecciones a nivel.

La Avenida Jaime Roldós se considera una vía urbana principal y posee la total preferencia en circulación, dando un determinado número de accesos desde o hacia las calles secundarias y facilitando el acceso a los propietarios colindantes, de esta manera se incrementa la seguridad y la capacidad de la vía.

Una desventaja que se produce por el control de accesos es el llamado efecto de barrera, el cual alarga los itinerarios de vehículos que realizan movimientos transversales a la misma.

2.1.8. INTEGRACIÓN DEL PAISAJE EN LA PLANIFICACIÓN Y EL DISEÑO

Siguiendo las recomendaciones que señala el MOP en la Sección 4.10 del Manual de Diseño de Vías en lo referente a la integración del paisaje en el diseño integral de la Avenida Jaime Roldós, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- ✍ El alineamiento de la vía estará limitado, en cuanto se pueda, por las edificaciones existentes, evitando el desalojo de viviendas.
- ✍ El diseño de las intersecciones servirán también para el embellecimiento de la vía y de la zona.
- ✍ El aspecto de la vía será realizado por vegetación natural propia del lugar.
- ✍ El parterre central deberá ser agradable a la vista del conductor y de los habitantes de la zona.
- ✍ La vía dará facilidades de acceso a la zona y será segura para los peatones.



2.2. SELECCIÓN DE LA RUTA

La Avenida Jaime Roldós es una vía urbana principal y se encuentra bajo el control de la I. Municipalidad de Milagro.

Bajo este precedente, la ruta de la vía está determinada y referenciada, teniendo su inicio en la intersección con la Vía Milagro – Virgen de Fátima (Km. 26) y su término en la intersección con la Vía Milagro – Naranjito.

2.2.1. Recopilación de Datos

La I. Municipalidad del Cantón Milagro facilitó toda la información referente a topografía existente de la zona, mapas urbanos. Así como el equipo y personal para estudios tránsito, el uso de la tierra, que permitió verificar el tipo de obras para el drenaje, cotas de inundación, estudios de suelos, referenciación, accesos y lo necesario para realizar el diseño geométrico.

2.2.2. Reconocimiento terrestre

Se realizaron levantamientos altimetría y planimetría de la vía, se determinó una franja topográfica donde está incluida la vía, se verificó la ubicación de los puntos obligados inicial 0+000 y final, 3+080, en los que se georeferenció con hitos de hormigón que permitieron la reposición del eje. En el Plano XX del Anexo XX se pueden revisar los datos del reconocimiento terrestre ya mencionados.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO PRELIMINAR

El Estudio Preliminar de la Avenida Circunvalación o Jaime Roldós Aguilera contiene toda la información técnica obtenida en el campo, en las investigaciones realizadas en el sitio mismo del proyecto, así como de la proyección de la vía en estudio que tiene prevista la Administración Municipal.

De la información obtenida en los Departamentos Técnicos de la Municipalidad del Cantón Milagro se establece que dentro del Plan Regulador del Municipio la actual ruta se la define como Tramo I de la Avenida Circunvalación de la ciudad de Milagro, cuyas características técnicas corresponden a la de una gran vía urbana arterial y que en la actualidad será muy difícil de construir por los asentamientos poblacionales desordenados que se han producido desde hace más de 10 años atrás.

En el campo, a lo largo del trazado de la vía, se pudo apreciar que de los habitantes del sector la mayoría son personas de recursos económicos medio altos, y las áreas de solares tienen un promedio de 300 metros cuadrados. Esto hace pensar que una vez que se desarrolle el proyecto el sector se convertirá en barrio con un estándar de vida alto,

parámetros estos a considerarse en el margen de recuperabilidad de la inversión que realice la Municipalidad.

Con el apoyo logístico y técnico prestado por la I. Municipalidad del Cantón Milagro, se realizaron los Estudios Preliminares del proyecto, los cuales se describen a continuación.

3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Todos los trabajos de campo realizados contaron con la permanente supervisión y control del personal técnico de la Dirección de Obras Públicas de la I. Municipalidad de Milagro. Los trabajos realizados en campo se detallan a continuación.

3.1.1. POLÍGONO FUNDAMENTAL

Se llama polígono fundamental a la línea poligonal exacta que contiene la información de la faja de terreno en la que probablemente se localizara la vía, estando en el presente caso definida. La ruta de la Avenida Jaime Roldós se encuentra primariamente establecida, con puntos iniciales y finales en la Vía a Virgen de Fátima y Vía a Naranjito, respectivamente. Conocidos dichos puntos, y con la ayuda de un teodolito de precisión marca KERN, se midieron las distancias y ángulos existentes que permitirán el cálculo de coordenadas entre los puntos de inicio, los puntos de inflexión y el punto de llegada.

Además, se determinaron las deflexiones en todos y cada uno de los puntos donde se colocó el teodolito, valores estos que en los trabajos de oficina permitirán realizar los cálculos necesarios para el proyecto definitivo. Las estaciones (puntos de inflexión) creadas por el levantamiento quedaron marcadas en el terreno mediante el uso de clavos con cabeza ancha y el testigo correspondiente. Las medidas realizadas en el campo se las tomaron inicialmente con estadia (mira), para posteriormente rellenar mediante el abscisado medido con cinta.

3.1.2. ABSCISADO

El abscisado del polígono fundamental de la vía se lo realizó cada 20 metros, acatando lo que el Manual del MOP en la sección 3.3.1.4 recomienda para el Diseño de Vías, mediante el uso de cinta, testigos y pintura, con el formato utilizado en el país para denominar las abscisas.

$$(kilómetro) + (metros)$$

Del abscisado se determinó la longitud total de la vía, siendo esta de 3.080 metros. En los Planos D-1, D-2 y D-3 se encuentran graficadas las abscisas.

Abscisa de Inicio:	0 + 000
Abscisa Final:	3 + 080

3.1.3. NIVELACIÓN

En el recorrido del sitio del proyecto se pudo determinar la ausencia de grandes desniveles a lo largo del eje de la Avenida Jaime Roldós, así como la existencia de zanjas para aguas lluvias en tramos de la vía. También se apreció que las pocas viviendas del lugar están al mismo nivel del eje de la vía salvo al inicio en donde la cota de la Avenida Jaime Roldós Aguilera es inferior a la cota de la vía Milagro - Virgen de Fátima (Km. 26).

Para la nivelación que se realizó en el polígono fundamental de la Avenida Jaime Roldós Aguilera se utilizó un nivel auto reductor marca KERN, una mira de nivelación, y demás materiales necesarios. El procedimiento de nivelación utilizado fue nivelación geométrica realizando comprobaciones cada quinientos metros; se establecieron puntos de cota conocida (BM) en sitios fijos que no fueran de fácil remoción y que serán de utilidad en el estudio definitivo.

Con las libretas de campo, que se pueden ver en el Anexo C, se procedió al cálculo de las cotas del abscisado y al trazado del perfil longitudinal, que permitió establecer la presencia de una pendiente alrededor del uno por mil, esto es de tres metros en tres kilómetros.



3.1.4. REFERENCIAS Y COMPROBACIÓN

En estudios viales se conoce como referencias a la materialización de puntos fijos que en futuro permitan recuperar información en el campo, y, generalmente, estas referencias se establecen en lugares que esten fuera del alcance de obras de construcción o agrícolas.

En este proyecto vial, en primera instancia se dejaron marcadas las referencias con clavos de doble cabeza justo en las estaciones empleadas para la determinación del polígono fundamental. En el eje definitivo de la vía se dejarán referencias en cada punto de inicio de curva (PC), y en los planos se los graficará indicando las distancias y ángulos correspondientes, según las normas vigentes.

3.1.5. PERFILES TRANSVERSALES Y PRECISIÓN DE EJECUCIÓN

Los perfiles transversales en una vía permiten obtener información de todos los accidentes topográficos cercanos al eje que, en el proceso del proyecto horizontal y vertical, serán decisivos en la toma de decisiones que pueden afectar el trazado de la vía. De acuerdo a la importancia de la vía, los perfiles transversales requieren ser ejecutados con un grado de precisión que permita obtener información básica del terreno.

El grado de precisión que se obtiene mediante el Clinómetro o nivel de mano no es el adecuado para el proyecto, es por esto que en los perfiles transversales realizados se utilizó un nivel marca Kern. Estos perfiles se determinaron cada 20 metros siguiendo el abscisado.

El grado de precisión es el recomendado en la sección 3.3.1.12 del Manual de Diseño de Vías del MOP, en donde se indica que las distancias entre perfiles sean constantes hasta en un 5% y que la perpendicularidad de la línea del perfil no sobrepase los 20 centímetros por cada 10 metros de perfil. La línea de perfil se la realizó, por ser una superficie plana, a 5, 10, 15 y 20 metros del eje, estando en algunos tramos limitada por las viviendas en la zona. Ante la presencia de canales de agua se tomaron los perfiles de los bordes y el fondo.

3.1.6. FAJA TOPOGRÁFICA

La faja o franja topográfica es la porción de terreno que se encuentra a ambos lados del eje de la vía, y, al representarla gráficamente, muestra la topografía del eje de la ruta, así como los extremos en cada lado del eje. El ancho de la faja se la obtuvo de los perfiles transversales, en donde se delimitó en 20 metros a ambos lados del eje de la vía donde la ausencia de asentamientos humanos lo permitía.

Se consideraron la nivelación y la planimetría de la zona para determinar la faja topográfica. Como ya se ha indicado, en el caso de la Avenida Jaime Roldós no existen grandes desniveles, por tal motivo no se muestran curvas de nivel representativas de la vía en los planos.

3.1.7. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR DE SUELOS

La investigación preliminar se la realizó macroscópicamente utilizando la cartilla de Casagrande, según lo recomiendan las normas del MOP para este tipo de investigación, y se obtuvo la información que se detalla a continuación.

La superficie de la ruta de la Avenida Jaime Roldós ha sido rellenada y compactada con material de sub-base, como es el lastre, para que pueda ser transitable en época de invierno, por lo que el suelo que conforma la vía podría estar en cierta forma mejorado. Se pudo apreciar a los lados de la misma, por los trabajos de excavación de zanjas que se estaban realizando en la zona para el paso de aguas lluvias, que el terreno natural tiene unas características geomorfológicas semejantes a un suelo limo-arcilloso, muy favorable para la agricultura, pero que no presenta un gran riesgo para el proceso constructivo de la vía ya que no se lo considera expansivo, y su capacidad de soporte aparenta ser buena, valores estos que se determinarán en laboratorio.

Esta superficie lastrada puede quedar como material de sub-base, pudiendo ser mejorada con cal, mezclada con suelo seleccionado o cualquier tipo de estabilización que se pueda asumir, siendo esta mecánica (mezcla de materiales granulares), química (utilizando productos químicos existentes en el mercado como por ejemplo las resinas naturales mejoradas), con betún o material asfáltico, dependiendo de las características que tenga el suelo, que se determinan en laboratorio, y de los costos finales.

En los Estudios Definitivos se realizarán análisis completos de suelos para determinar las características físicas, siguiendo las normas que el MOP en el apartado 3.3.4.4 recomienda, y así definir el tratamiento que deberán darse a los suelos existentes en el sitio del proyecto.

3.1.8. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE DETALLES PARA OBRAS DE ARTE

Al determinar el polígono fundamental, se hicieron levantamientos topográficos de detalle en zonas estratégicas en donde serán necesarias realizar obras complementarias tales como intersecciones, parterres, ubicación de alcantarillas y distribuidores a nivel (inicio y final del proyecto).



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

3.2. TRABAJO DE OFICINA

Se organizó toda la información recopilada en campo y se empezaron los estudios y cálculos de los elementos geométricos de la Avenida Jaime Roldós Aguilera. Aquí se presentan varias propuestas válidas para cada elemento de la vía que luego deberán ser analizadas para establecer el Diseño Definitivo.

3.2.1. CÁLCULO DEL POLÍGONO FUNDAMENTAL

Se calcularon las coordenadas rectangulares de los vértices del polígono, en función de la longitud y el azimut de cada lado. En el Anexo D se muestran las libretas donde se podrán encontrar las coordenadas rectangulares de los puntos PI, como también del polígono fundamental, para esto se elaboró una hoja electrónica con la cual se optimizó el cálculo.

3.2.2. DIBUJO DEL POLÍGONO FUNDAMENTAL

La poligonal del eje de la vía se la dibujó según las coordenadas que se obtuvieron previamente. La escala utilizada en el dibujo es de 1 a 1000 para de esta manera alcanzar el objetivo buscado de tener al presente proyecto de tesis como una guía o consulta referencial.

En el Plano P - 1 se muestra graficada la poligonal del eje de la vía, donde los vértices de la poligonal se unieron con su trazo.

3.2.3. DIBUJO DE LA FAJA TOPOGRÁFICA

Como ya se indicó en la sección 3.1.6, la faja topográfica de la Avenida Jaime Roldós comprende, hasta donde se pudiera, 20 metros a cada lado del eje de la vía, con sus desniveles y detalles. En el Plano D-1, D-2 y D-3 se aprecia esta faja topográfica, las curvas de nivel están dibujadas cada cincuenta metros ya que el terreno sobre el cual se asienta la vía es de características llanas. La escala utilizada es de 1 a 1000.

En los planos anteriormente mencionados se muestran, además, el polígono fundamental, con el abscisado, las referencias, uso del suelo, el perfil longitudinal del eje del polígono, topografía auxiliar, así como los perfiles transversales y las alternativas de secciones transversales tipo.

3.2.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El proyecto horizontal de la Avenida Jaime Roldós Aguilera constituye una serie de líneas rectas o tangentes unidas mediante curvas horizontales circulares o compuestas, que cumplen con normas y parámetros del diseño geométrico, además de brindar seguridad y comodidad a los usuarios. Las normas del diseño geométrico empleadas en el Diseño Preliminar y Definitivo en este trabajo son los que rigen en el país y están establecidos en la sección 4 del Manual MOP-001-E.

La Avenida Jaime Roldós al encontrarse dentro del perímetro urbano está limitada en algunas características geométricas del diseño vial, siendo necesario utilizar normas propias de vías urbanas y requerimientos ya establecidos en el Plan Regulador del Cantón Milagro. Se indica de antemano que conceptos como peralte y sobreebanco no se consideraron en el presente proyecto de tesis, por tratarse de una vía urbana, pero serán descritos y revisados brevemente más adelante junto con las definiciones propias de los elementos del diseño horizontal de la vía.



⇒ **Curvas Horizontales**

Las curvas utilizadas en el diseño horizontal de la avenida en estudio son curvas circulares, las cuales son arcos de circunferencias que enlazan los tramos rectos de tangentes. Estos arcos por condiciones adicionales se clasifican en simples, compuestas, reversas y de transición, siendo esta última conocida como curva espiral.

✓ **Curvas horizontales simples**

Son aquellas que están dadas por un sólo arco de círculo, cuya iniciación de curva se la denomina PC y su terminación o principio de tangente por PT. Estas curvas son las que se utilizan en el diseño de la Avenida Jaime Roldós. Los elementos geométricos de las curvas circulares horizontales se detallan en la Figura 3.1.

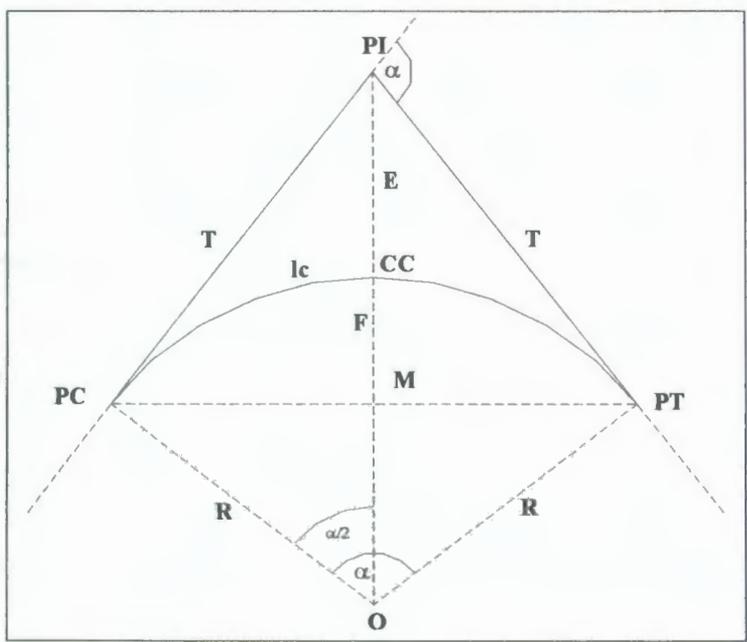


FIGURA 3.1.- ELEMENTOS DE UNA CURVA HORIZONTAL

De donde,

- ♦ P_T Punto de Tangencia.
- ♦ P_C Principio de la curva.
- ♦ PI Punto de Intersección de las tangentes o Punto de Inflexión.
- ♦ α Ángulo de deflexión de la curva.
- ♦ L_c Desarrollo o Longitud de la curva.
- ♦ R Radio de la curva.
- ♦ C_C Punto medio del arco circular o vértice de la curva.
- ♦ E External comprendida entre el PI y el vértice de la curva C_C .
- ♦ M Cuerda mayor comprendida entre el P_C y el P_T .
- ♦ F Flecha comprendida entre el vértice de la curva C_C y la cuerda mayor M .
- ♦ T Longitud de la tangente.

Por geometría se pueden determinar los elementos, como sigue:

CUADRO DE ECUACIONES 3.1.

ECUACIONES DE CURVAS CIRCULARES

Triángulo PC-O-M	
$Sen \frac{\alpha}{2} = \frac{PC \ M}{PC \ O} = \frac{M}{R}$	
$M = 2R \times Sen \frac{\alpha}{2}$	
$Cos \frac{\alpha}{2} = \frac{M \ O}{PC \ O} = \frac{R - F}{R}$	
$F = R \times (1 - Cos \frac{\alpha}{2})$	
$PT = PC + Lc$	

Triángulo PC-O-PI	
$Tag \frac{\alpha}{2} = \frac{PC \ PI}{PC \ O} = \frac{T}{R}$	
$T = R \times Tag \frac{\alpha}{2}$	
$Sec \frac{\alpha}{2} = \frac{PI \ O}{PC \ O} = \frac{E + R}{R}$	
$E = R \times (Sec \frac{\alpha}{2} - 1)$	
$Lc = \pi \times \frac{R \alpha}{180}$	
$PC = PI - T$	

✓ **Curvas horizontales compuestas**

Son aquellas que están formadas por dos tramos de curvas simples de distinto radio y misma dirección, teniendo un punto común que se denomina PC o principio de curva compuesta. Se puede utilizar esta solución en casos especiales, tales como obstáculos y/o condiciones especiales del terreno en donde las longitudes de las tangentes no sean iguales.

✓ **Curvas horizontales reversas**

Son aquellas que están formadas por dos o más curvas de igual o de distinto radio pero que, con relación a las anteriores, tienen sentido contrario. Se debe tomar en cuenta que el PC de la primera curva coincida con el PT de la otra.

✓ **Curvas de Transición**

Son curvas que se insertan entre las tangentes y las curvas circulares a fin de reducir la presencia abrupta de la aceleración lateral. Pueden también utilizarse para unir rectas o dos curvas circulares. La más recomendada es la espiral.

⇒ **Longitudes mínimas de Tangentes Intermedias**

Cuando se presentan condiciones críticas en el diseño geométrico para unir curvas horizontales consecutivas, es necesario introducir entre ellas una tangente intermedia con una longitud mínima, permitiendo adaptar el proyecto a las condiciones topográficas en la zona y condiciones de seguridad, para que el vehículo que termina de circular en una curva se estabilice totalmente antes de entrar a la siguiente curva.

De acuerdo a las investigaciones desarrolladas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes de España, el criterio referencial para determinar la longitud mínima de tangentes intermedias está en función de la velocidad de

diseño determinada y refiere que estas longitudes sean equivalentes a la distancia recorrida de 5 segundos entre curvas de sentido contrario y en 11 segundos entre curvas del mismo sentido, que para el caso presente, con una velocidad de diseño de 50 Km/h, la longitud mínima referencial será de 70 metros entre curvas de sentido contrario y de 153 metros entre curvas del mismo sentido.

En el proyecto horizontal de la vía se nota la presencia de 5 puntos de inflexión (PI), en los cuales se calcularon curvas horizontales circulares. Debido a que la configuración del terreno presenta tangentes largas entre puntos de inflexión, se utilizaron curvas circulares simples. Las abscisas de los PI se muestran en la Tabla 3.1.

TABLA 3.1.
ABSCISA DE CADA PUNTO DE INFLEXIÓN

P_I	ABSCISA			Dirección
1	0	+	529,95	Derecha
2	1	+	94,29	Izquierda
3	1	+	633,90	Izquierda
4	2	+	78,20	Izquierda
5	2	+	503,82	Izquierda



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

A manera de ejemplo se calculará la curva circular del PI # 1 con todos sus elementos, tal como fueron descritos anteriormente. Para efectuar el cálculo se necesitan como mínimo dos datos de entrada, de los cuales el primero se lo obtiene en el campo y el segundo se lo asume o impone dependiendo de los parámetros de diseño. Para el ejemplo se tomaron tres datos, estos son:

1. La abscisa del PI, como dato de referencia
2. El ángulo α de intersección de las tangentes, como dato de campo.
3. El valor del external, como dato impuesto. También se pueden asumir cualquiera de los elementos de la curva como es el radio, la tangente, la abscisa, la longitud de curva o cualquier otro.

Así se tienen los siguientes datos de entrada:

Dato de referencia	PI	0 + 529,95
Dato de campo	Ángulo α	5,42°
Dato impuesto	External E	1 m
Dirección	Derecha	

Con estos datos y revisando el cuadro de ecuaciones 3.1, se calcularon los siguientes elementos de la curva.

$$R = \frac{1}{\text{Sec} \frac{5,416}{2} - 1} = 894,5$$

$$P_c = 529,95 - 42,3 = 487,65$$

$$T = 894,5 \times \text{Tag} \frac{5,416}{2} = 42,3$$

$$P_T = 487,65 + 84,55 = 572,2$$

$$l_c = 894,5 \times \frac{3,1416 \times 5,416}{180} = 84,55$$

EJEMPLO 3.1 DETALLE DEL CÁLCULO DE UNA CURVA HORIZONTAL

Curva No.	1 - Derecha	EJE
PI	529,95	m
α	5,42	°
R	898	m
$\pi a/180$	0,09	
Sen a/2	0,05	
Cos a/2	1,00	
T	42,48	m
E	1,00	m
LC	84,89	m
PC	487,47	m
PT	572,36	m
M	84,86	m
F	1,00	m

Estos resultados sirven para realizar el dibujo de la curva en el plano; luego, la curva es analizada para saber su conveniencia en el diseño horizontal.

⇒ Peralte

Es la inclinación transversal que se le da a la calzada para reducir los efectos de la fuerza centrífuga y asegurar que los usuarios circulen con comodidad y seguridad. Su valor se lo determina utilizando la ecuación 3.2 recomendada por CORPECUADOR en sus Normas de Diseño Geométrico,

$$e = \frac{0,0044 V^2}{R}$$

Cuadro de Ecuaciones 3.2

En donde:

- ◆ e: peralte en metro por metro de ancho de calzada.
- ◆ V: velocidad en Km / h.
- ◆ R: Radio de la curva en metros

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

Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva se debe realizar una transición desde una sección transversal en un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa. Este desarrollo del peralte se puede realizar mediante tres métodos:

1. Haciendo girar la calzada alrededor del eje.
2. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior.
3. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

La longitud de transición del peralte debe ser adecuado para evitar que el conductor sienta incomodidad en la curva, para esto será necesario que 1/3 de la longitud se desarrolle dentro de la curva, y los 2/3 restantes se desarrollen en la

tangente. Esta distribución se puede aplicar de manera simétrica en la tangente de salida de la curva, como se muestra en la Figura 3.2.

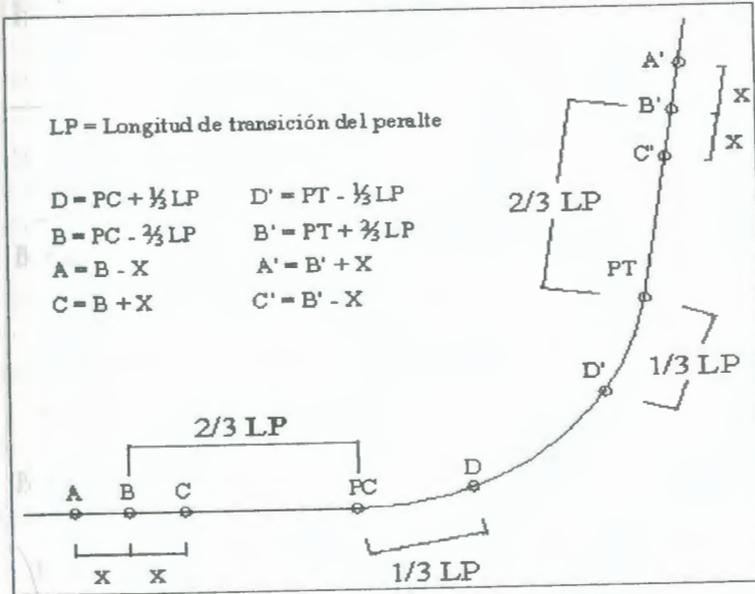


FIGURA 3.2.- TRANSICIÓN DEL PERALTE EN EL EJE DE LA VÍA

La longitud de transición LP y la distancia X se la puede obtener del Cuadro de Ecuaciones 3.3, y el desarrollo del peralte, haciendo girar la calzada alrededor del eje, se muestra en la Figura 3.3(a) y su elevación en la Figura 3.3(b).

LP	$=$	$\frac{e \times a}{2 i}$
X	$=$	$\frac{b \times a}{2 i}$

Cuadro de ecuaciones 3.3

De donde,

- ◆ LP: longitud de transición del peralte en metros
- ◆ X: distancia en metros



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- ◆ e: peralte en %
- ◆ a: ancho de la calzada en metros
- ◆ b: bombeo de la sección transversal en %
- ◆ i: pendiente longitudinal en %

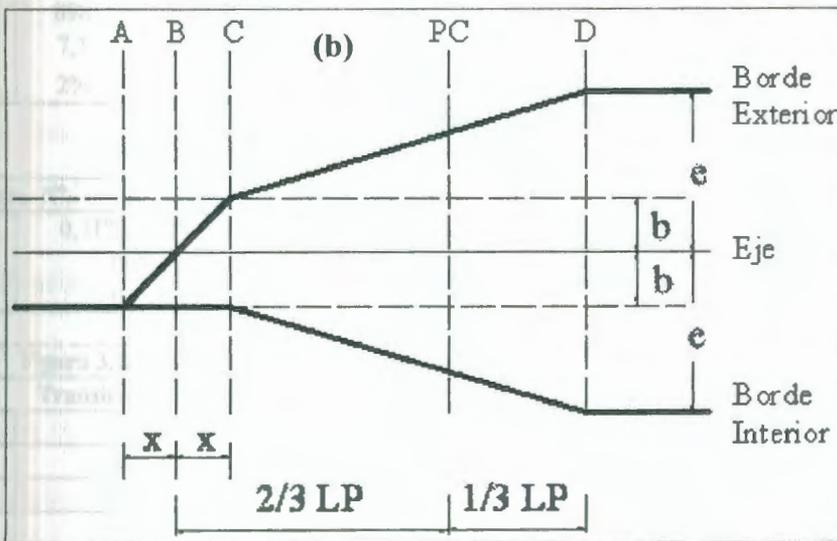
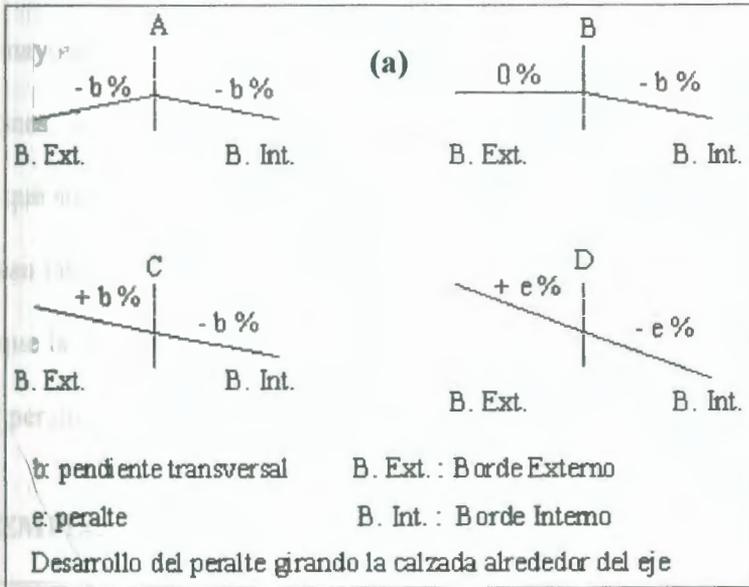


FIGURA 3.3.- DESARROLLO DEL PERALTE

Se recomienda un peralte máximo del 10% (0,10) para autopistas y caminos con capa de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada con velocidades de diseño mayores a 50 Km/h y del 8% (0,08), para caminos con capa granular de rodadura con velocidades hasta 50 Km/h. Con la presencia de radios de curvatura mayores de 300 metros, la proximidad de edificios residenciales o construcciones, la frecuencia de calles y accesos, es necesario descartar el peralte, ya que su uso no ofrecería mayores ventajas en el diseño. En el Anexo Q se encuentran tabulados los peraltes del proyecto definitivo que se utilizarían en el caso de que la vía no sea una avenida urbana. En el Ejemplo 3.2 se muestra el cálculo del peralte para una curva, utilizando las Ecuaciones 3.2 y 3.3.

EJEMPLO 3.2 DETALLE DEL CÁLCULO DEL PERALTE

Datos Generales		
V	40	km/h
R	898	m
a	7,3	m
b	2%	

Datos del peralte			
e	0,01	m/m	Ec. 3.2
LP	9,23	m	Ec. 3.3
x	23,55	m	Ec. 3.3
1/3LP	3,08	m	
2/3LP	6,15	m	

Datos de Curva N°.		1 Derecha	
i	0,31%		
PC	0	+	487,47 m
PT	0	+	527,36 m

Ejemplo 3.1

Figura 3.2				Figura 3.3		
Transición del Peralte				Borde Interno	Cota Eje	Borde Externo
Punto	Abscisa					
A	0	+	457,77 m	-0,073	0,0	-0,073
B	0	+	481,32 m	-0,073	0,0	0,0
C	0	+	504,86 m	-0,073	0,0	0,073
D	0	+	490,55 m	-0,029	0,0	0,029
D'	0	+	524,28 m	-0,029	0,0	0,029
C'	0	+	509,97 m	-0,073	0,0	0,073
B'	0	+	533,51 m	-0,073	0,0	0,0
A'	0	+	557,06 m	-0,073	0,0	-0,073

⇒ **Sobreechancho**

Es la magnitud que debe adicionarse al ancho de la calzada por efecto de las llantas traseras de los vehículos que no siguen exactamente las huellas de las llantas delanteras. La normativa técnica del MOP recomienda que el sobreechancho se lo determine como lo indica el Cuadro de Ecuaciones 3.4.

$$S = n \left(\frac{50}{R} + \frac{V}{10 \times \sqrt{R}} \right)$$

Cuadro de Ecuaciones 3.4

En donde,

- ◆ S: sobreechancho en metros
- ◆ n: número de carriles de la vía
- ◆ R: radio de curvatura en metros
- ◆ V: velocidad de diseño en Km/h

Para radios mayores de 300 metros no será necesario colocar el sobre-ancho debido a que su valor es mínimo y por lo tanto descartado. 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. Para lograr el ensanchamiento graduado, se utiliza una longitud de transición determinada de la misma manera que en el peralte y distribuida en 1/3 dentro de la curva y 2/3 en la tangente. Tal desarrollo se lo puede ver en la Figura 3.4.

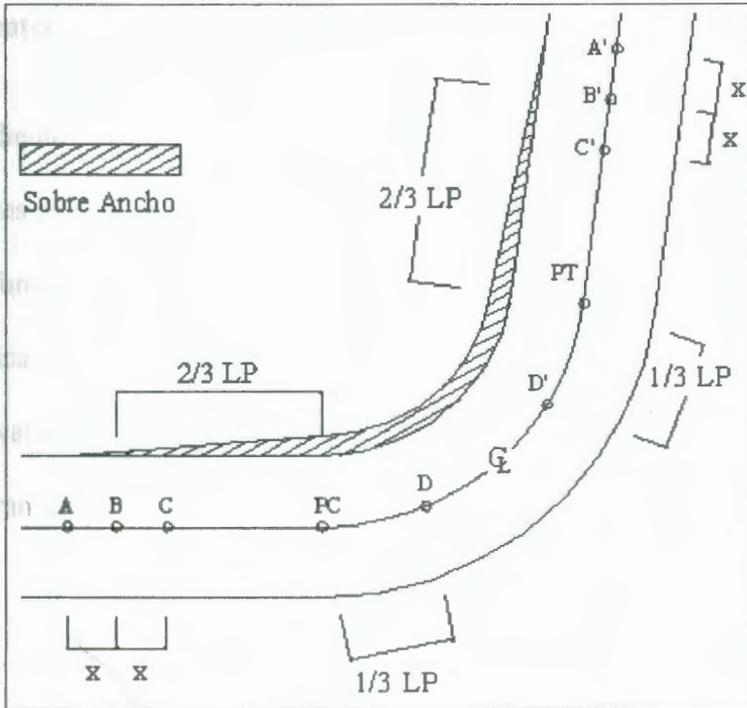


FIGURA 3.4.- DESARROLLO DEL SOBREAÑO

3.2.5. ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical consiste en asegurar un empalme cómodo entre tangentes a desnivel de la vía por medio de curvas verticales, propiciando la seguridad y comodidad del usuario. Se encuentra relacionado con la velocidad de diseño, curvas horizontales, pendientes y distancias de visibilidad. Los elementos que se requieren para lograr un buen diseño vertical se definen a continuación.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

⇒ Pendientes

Las pendientes, también conocidas como gradientes, son las inclinaciones de las tangentes en el perfil vertical de la vía. Su valor en el diseño definitivo es, en general, función de las características topográficas de la vía y de las características de operación del vehículo de proyecto. En la Avenida Jaime Roldós el valor de las pendientes longitudinales son muy bajas, debido a que no presenta grandes desniveles.

Una pendiente con signo positivo indica una pendiente ascendente y, lo contrario, una pendiente con signo negativo indica una pendiente descendente. Para proceder al cálculo de las curvas verticales, las normas del MOP recomiendan un valor mínimo de la pendiente longitudinal de 0.5 %.

En la Tabla 3.2 se muestran los puntos de intersección de tangente vertical (PIV) con sus cotas y las tangentes verticales con sus respectivas pendientes. Se puede ver que las pendientes longitudinales en la Avenida Jaime Roldós son pequeñas, y en ningún caso sobrepasan el valor de 0,5%, por lo tanto, en los planos del perfil vertical solamente se dejarán marcados los PIV con su cota, y no se procederá al cálculo de las curvas verticales, según lo recomiendan las normas viales del MOP.

TABLA 3.2
VALORES DE LAS PENDIENTES LONGITUDINALES

PIV #	Cota m	Abscisa	Tangente #	Longitud m	Pendiente %
Piv1	10,97	0 + 0,00	1	500,00	0,07%
Piv2	11,34	0 + 500,00	2	500,00	-0,12%
Piv3	10,74	1 + 0,00	3	640,00	0,20%
Piv4	12,02	1 + 640,00	4	440,00	0,00%
Piv5	12	2 + 80,00	5	200,00	0,48%
Piv6	12,95	2 + 280,00	6	220,00	-0,08%
Piv7	12,78	2 + 500,00	7	300,00	0,35%
Piv8	13,83	2 + 800,00	8	260,00	-0,03%
Piv9	13,75	3 + 60,00			

⇒ Distancia de Visibilidad

La distancia de visibilidad es la longitud de carretera que un conductor ve continuamente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Las distancias de visibilidad pueden ser: de parada, de rebase o de maniobra, dependiendo de la acción que el conductor piensa realizar. Estas distancias sirven de guía para establecer las longitudes de las tangentes entre curvas horizontales.

❖ Distancia de Visibilidad de Parada (D_P)

Es la distancia de visibilidad necesaria para que un conductor que transita a, o cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él; está compuesta por la suma de la distancia de recorrido (percepción-reacción) más la de frenado, como se muestra en el Cuadro de Ecuaciones 3.5. La longitud de cada tangente intermedia de la Avenida Jaime Roldós se estableció una vez verificada con esta distancia.

Cuadro de Ecuaciones 3.5

$$D_P = \frac{V \times t}{3.6} + \frac{V^2}{254(f_1 + i)} = 0.8V + \frac{V^2}{254(f_1 + i)}$$

En donde,

- ❖ V: Velocidad de diseño en Km/h
- ❖ t: Tiempo de reacción en segundos. (3 seg.)
- ❖ f_1 : Coeficiente de rozamiento longitudinal para pavimentos mojados y aproximadamente responde a la expresión : $1.15 / V^{0.3}$
- ❖ i: Pendiente, porcentaje dividido para cien, con el signo correspondiente, (+) cuesta arriba, (-) cuesta abajo.

❖ Distancia de Visibilidad de Rebase (D_R)

Se dice que un tramo de vía tiene distancia de visibilidad de rebase, cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que el conductor de un

vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario, si es el caso, y se haga visible al iniciarse la maniobra. Las normas del MOP recomiendan la determinación de la distancia de visibilidad de rebase en función de la velocidad, comprendida entre 30 y 100 Km/h, mostrada en el Cuadro de Ecuación 3.6

$$D_R = 9,54 V - 218$$

Cuadro de Ecuación 3.6

❖ **Distancia de maniobra (D_M)**

Es la distancia necesaria para que dos vehículos que circulan sobre la línea central, al divisarse, vuelvan a su línea de circulación sin que lleguen a producirse la colisión. Para determinar la distancia de maniobra se utiliza la ecuación mostrada en el Cuadro de Ecuación 3.7. En el caso de que la Avenida Jaime Roldós no cuente con una faja divisora central, la longitud de cada tangente intermedia deberá verificarse con esta distancia.

$$D_M = \frac{V}{1,8} \times \left(1 + \sqrt{\frac{2a}{g f_2}} \right)$$

Cuadro de Ecuaciones 3.7

En donde,

❖ a: Ancho de carril de circulación en m



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

- ◇ g : Aceleración de gravedad en cm/seg^2 .
- ◇ f_2 : Coeficiente de fricción lateral de acuerdo a la Tabla 3.3

TABLA 3.3. COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL

V Km/h	f_2
40	0,17
50	0,16
60	0,15
70	0,15
80	0,14
90	0,13
100	0,12
110	0,11
120	0,10

Para el caso de la Avenida Jaime Roldós, con una velocidad de diseño de 50 Km/h, para una pendiente de + 0,3 %, y con un ancho de carril supuesto de 3,65 metros, tenemos:

$$D_p = 0,8 \times 50 + \frac{50^2}{254 \times \left(\frac{1,15}{50^{0,3}} + 0,003 \right)} = 67,44 \text{ m} \quad (3.5)$$

$$D_R = 9,54 \times 50 - 218 = 259,0 \text{ m} \quad (3.6)$$

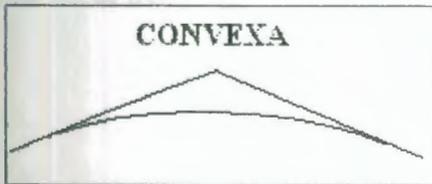
$$D_M = \frac{50}{1,8} \times \left(1 + \sqrt{\frac{2 \times 3,65}{98,1 \times 0,16}} \right) = 46,72 \text{ m} \quad (3.7)$$

Estas distancias servirán de referencia para establecer longitudes de tangentes intermedias, según sea el caso.

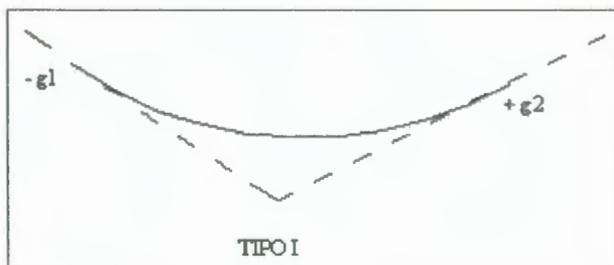
⇒ Curvas Verticales

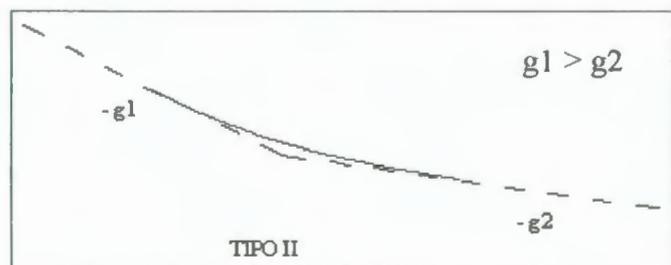
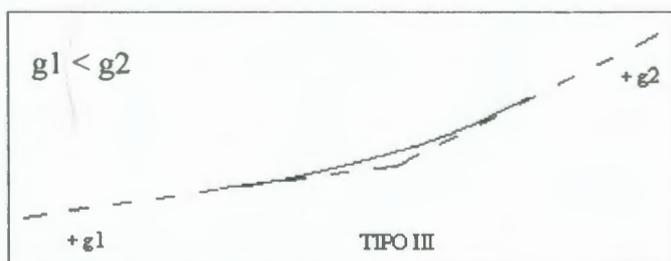
Son aquellas curvas utilizadas para empalmar tangentes en el alineamiento vertical. La curva que mejor se acopla al cambio gradual de las tangentes es la parábola, ya que si se intercala la rama de una parábola entre los dos puntos, inicial y final, se obtiene una variación uniforme de pendiente en toda la curva.

La Avenida Jaime Roldós está sobre terreno llano, lo que indica que las curvas verticales que unan desniveles serán pocas. Entre las curvas verticales existen dos tipos: Convexa, de abertura hacia abajo, y, Cóncava, cuya abertura es hacia arriba.

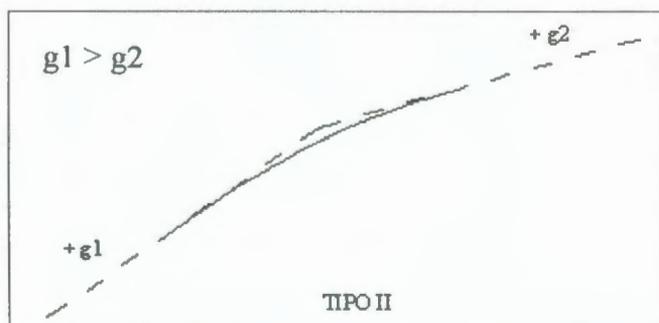
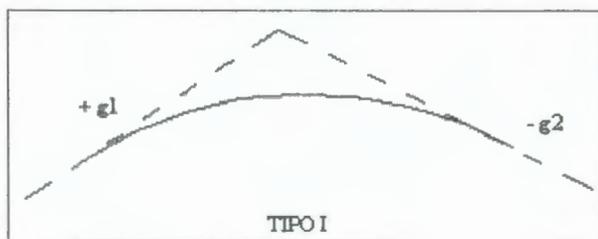


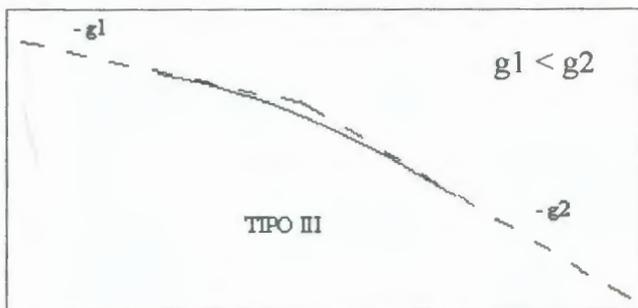
Dependiendo del sentido de las gradientes las curvas cóncavas pueden ser de tres tipos:





Dependiendo también del sentido de las gradientes las curvas convexas pueden ser de tres tipos:





En la Figura 3.5 se muestran los diferentes elementos de una curva vertical.

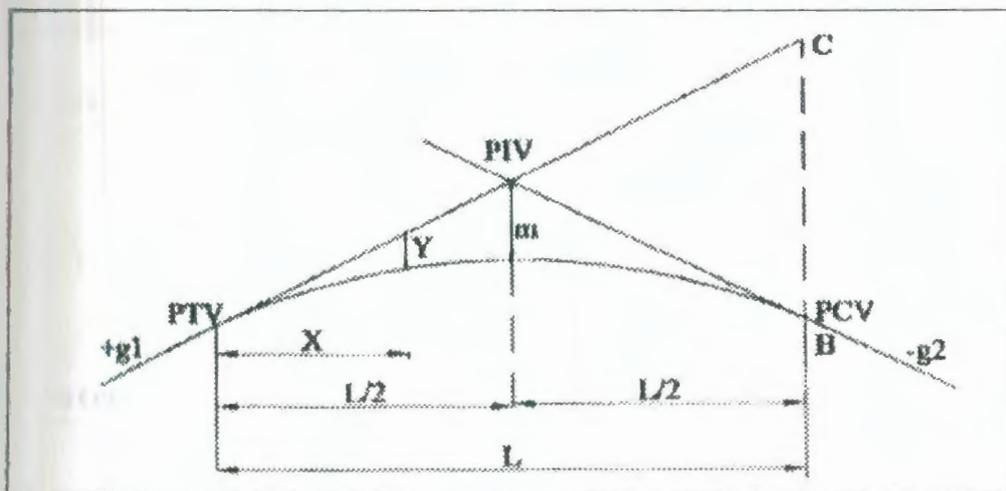


FIGURA 3.5. ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL

En donde,

- ◆ PIV: Punto de intersección de las tangentes
- ◆ PCV: Punto de Comienzo de la curva
- ◆ PTV: Punto de Terminación de la curva
- ◆ L: Longitud de la curva
- ◆ m: Ordenada media de la parábola que corresponde al vértice de las tangentes
- ◆ y: Ordenada de cualquier punto de la curva vertical
- ◆ x: Abscisa a contar de los extremos de la curva
- ◆ g_1, g_2 : pendientes de la curva



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

La ordenada "y" de la parábola a su tangente varía con el cuadrado de la distancia horizontal "x" a partir del punto de tangencia, tal como lo muestra el Cuadro de Ecuaciones 3.8, donde además se expresa la determinación del valor de la ordenada media de la parábola, "m".

Cuadro de Ecuaciones 3.8

$$y = \left(\frac{x}{2} \right)^2 \times m; \quad y = 4 \left(\frac{x}{L} \right)^2 \times m;$$

$$m = \frac{A \times L}{800}$$

En donde,

- ♦ y: ordenada de la parábola a cualquier punto de su tangente en metros.
- ♦ x: abscisa a contar desde el punto de tangencia hasta la ordenada "y" en metros.
- ♦ m: ordenada media de la parábola en metros.
- ♦ A: diferencia algebraica de gradientes en porcentaje.
- ♦ L: longitud de curva en metros.

A la relación L/A se la denomina con la letra K, y expresa la longitud de la curva por cada tanto por ciento de la diferencia algebraica de gradientes. De tal

manera, queda expresada una relación más simple para la longitud de una curva vertical, como se ve en el Cuadro de Ecuación 3.9.

$$L = K \times A$$

Cuadro de Ecuación 3.9

Según investigaciones realizadas por el MOP para determinar el valor de K en una curva vertical cóncava y en una curva convexa en función de la distancia de parada " D_p ", se recomienda utilizar las siguientes expresiones del Cuadro de Ecuaciones 3.10 y 3.11:

Curva Vertical Cóncava

$$K = \frac{D_p^2}{122 + 3,5 D_p}$$

Cuadro de Ecuación 3.10

Curva Vertical Convexa

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

Cuadro de Ecuación 3.11

En donde,

- ♦ K: longitud de curva por cada porcentaje de diferencia algebraica de gradientes.
- ♦ DP: distancia de visibilidad de parada en metros, (3.5)

En el alineamiento vertical, para el cálculo de la distancia de visibilidad de parada se escoge el mayor valor de pendiente, en valor absoluto, de las dos tangentes que coinciden. En el Ejemplo 3.2, se muestran los pasos en el cálculo de una curva vertical con los siguientes datos:

EJEMPLO 3.3

CÁLCULO DE UNA CURVA VERTICAL

Punto de intersección vertical	Piv2
Abscisa	0 + 500
Pendiente 1	+ 0,07 %
Pendiente 2	- 0,12 %
Distancia de Visibilidad de Parada, D_p	67,44
Diferencia algebraica de pendientes, A	- 0,12 - 0,07 = - 0,19
Curva Vertical	Convexa

$$K = \frac{67,44^2}{426} = 10,68 \quad (3.11)$$

$$L = 10,68 \times 0,19 = 2,03 \text{ m} \quad (3.9)$$

La longitud de la curva vertical convexa es de dos metros, que si se compara con los cuatro metros de longitud que posee un vehículo liviano, se vuelve técnicamente inservible, por lo que se prescinde del uso de curvas verticales, con lo que se verifica lo recomendado por el MOP, que para pendientes inferiores al 0,5% no es necesario calcular curvas verticales.

3.2.6. COMBINACIÓN DE LOS ALINEAMIENTOS HORIZONTAL Y

VERTICAL

La Avenida Jaime Roldós Aguilera, por tratarse de una vía perimetral no presenta cambios de dirección fuertes ni grandes desniveles, lo que ayuda a que los costos de operación de un vehículo sean bajos, volviéndose agradable, segura y llamativa para el usuario. La ruta de la vía facilita a que las curvas horizontales y verticales sean suaves, sin ocasionar grandes impactos visuales que, unido con el paisaje, favorecerá a un progreso en el nivel de vida de los habitantes.

En todo caso, la planimetría y altimetría no se consideran independientes en el proyecto puesto que se complementan la una a la otra. Es decir que si uno de los dos alineamientos presenta partes pobremente proyectadas, estas influyen negativamente en el otro alineamiento, restando seguridad en la operación que ofrece el camino. Se enumeran algunos casos en los que se necesitan una buena combinación de los alineamientos horizontal y vertical.

- a) Cuando después de una tangente larga viene una curva horizontal cerrada en combinación de una pendiente suave, dando la apariencia al conductor que debe girar en ángulo recto al llegar a la curva, lo que causaría una condición de peligro en especial por la noche, como se indica en la Figura 3.6.



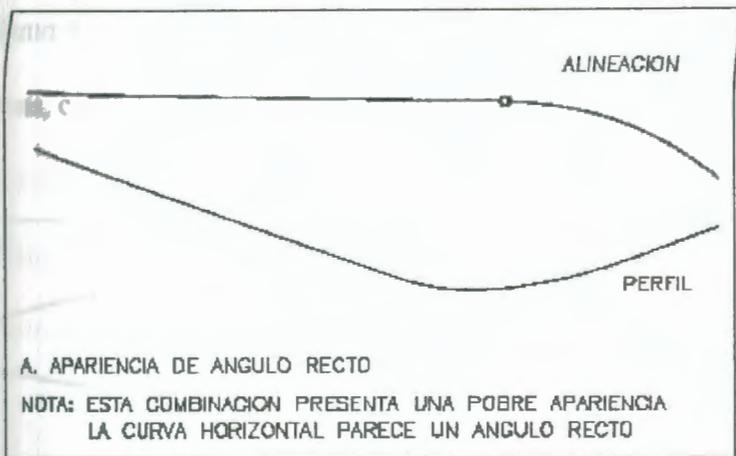


FIGURA 3.6. COMBINACIÓN EN ALINEAMIENTOS, CASO A

b) Cuando exista la posibilidad, siempre es mejor hacer más grandes las curvas horizontales para que queden simétricas con las curvas verticales convexas, y a la inversa. Esto es, tratando de que los puntos de inicio y fin de ambas curvas coincidan al sobreponerlas; dando mayor seguridad de maniobra al conductor, tal como lo muestra la Figura 3.7.

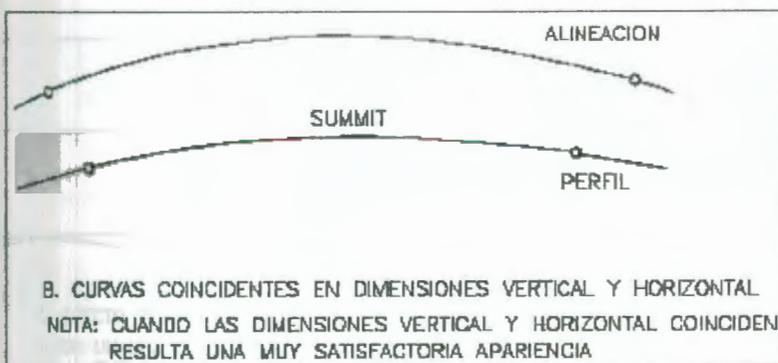


FIGURA 3.7. COMBINACIÓN EN ALINEAMIENTOS, CASO B

- c) El mismo aspecto y seguridad se puede lograr con las curvas verticales cóncavas, como se indica en la Figura 3.8

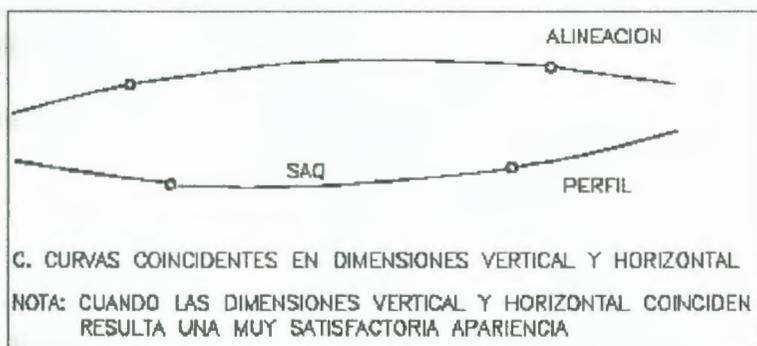


FIGURA 3.8. COMBINACIÓN EN ALINEAMIENTOS, CASO C

- d) Es preferible el no proyectar curvas horizontales forzadas entre una curva vertical convexa y una cóncava, ya que el vehículo viene con una velocidad de operación alta y el conductor no verá el inicio de la curva horizontal, provocando operaciones erráticas durante la noche, como se puede ver en la Figura 3.9.



FIGURA 3.9. COMBINACIÓN EN ALINEAMIENTOS, CASO D

e) En caminos de dos carriles pueden originarse situaciones en las cuales el conductor quiera rebasar al que está delante de él, para esto se debe proporcionar tramos con tangentes largas para asegurar la distancia de visibilidad de rebase a intervalos frecuentes y en un porcentaje apreciable a la longitud del camino.

f) Es aconsejable el realizar el alineamiento horizontal con un balance de tangentes y curvas para evitar el efecto de fatiga que se produce en el conductor al ir por tangentes largas con curvas cortas, como se muestra en la Figura 3.10

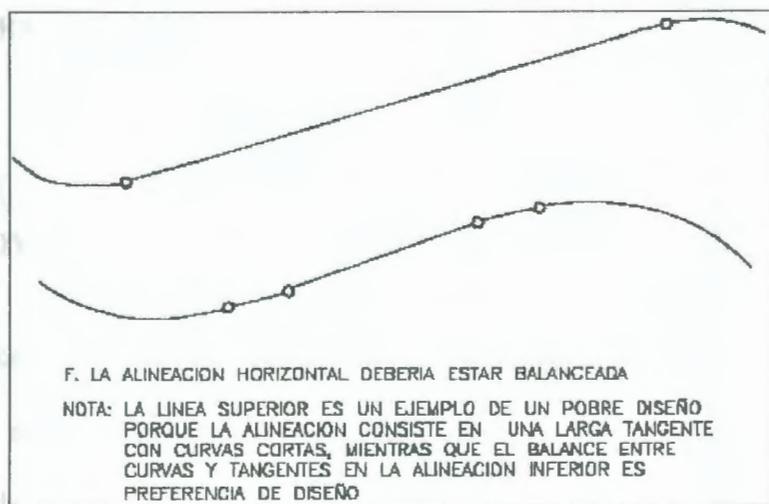


FIGURA 3.10. COMBINACIÓN EN ALINEAMIENTOS, CASO F

- g) Un caso común en la combinación de alineamientos es la coincidencia de curvas verticales y curvas horizontales, en donde se proporciona seguridad de maniobra al conductor y comodidad al trasladarse por la vía durante el día y la noche, expresado en la Figura 3.11.

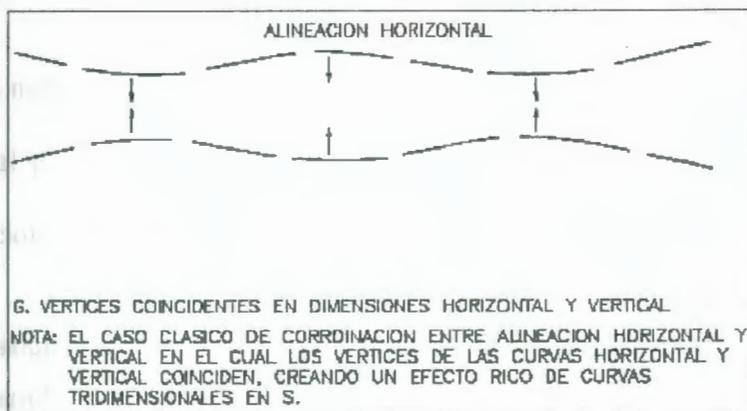


FIGURA 3.11. COMBINACIÓN EN ALINEAMIENTOS, CASO G

3.2.7. ANTEPROYECTO DE ESTRUCTURAS TIPO DE DRENAJE MENORES

Se conoce que una de las causas más comunes por lo que una vía falla en su estructura es la presencia del agua, que se da por medio de la temporada ordinaria de lluvias, por medio de fenómenos climáticos como el del Niño, en donde se producen lluvias intensas, prolongadas y frecuentes o por un ineficiente sistema de drenaje vial, en donde no se controla el ascenso capilar del agua subterránea que llega a la estructura del pavimento causando estragos en el mismo.



La ciudad de Milagro está cruzada por el río Milagro y por los esteros Los Chirijos, San Miguel, Berlín y por el estero de las Damas. Estos cuerpos de agua están sujetos a cualquier variación anormal del clima y en su momento pueden causar estragos a las vías urbanas circundantes.

De ahí la necesidad de que la Avenida Jaime Roldós posea un buen sistema de drenaje vial para su adecuado funcionamiento y operación. El drenaje tiene cuatro funciones principales:

1. Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
2. Controlar el nivel freático.
3. Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la vía.
4. Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las primeras tres funciones son realizadas por estructuras de drenaje menores, conocidas como drenes laterales o sub-drenes de encauzamiento, tales como bordillos, bordillos – cunetas y sumideros, mientras que la última función es realizada por alcantarillas y puentes. En la Avenida Jaime Roldós se van a utilizar secciones tipo de estructuras de drenaje menor, las cuales vienen normalizadas y con las especificaciones inherentes.

3.2.8. ANTEPROYECTO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO Y PRESUPUESTO

En la ciudad de Milagro existen calles y avenidas con diferentes tipos de pavimentos, la mayoría de las avenidas con carpeta de rodadura asfáltica y algunas calles con adoquines, esta diversidad se debe en parte a disposiciones municipales y al factor técnico, social y económico.

En la presente sección se tratará en forma breve acerca de los pavimentos, su clasificación y alternativas de diseño con sus respectivas ventajas estructurales y económicas de cada tipo. En el Diseño Definitivo se confirmará el diseño del pavimento a utilizar en la Avenida Jaime Roldós.

⇒ **Definición**

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen siguiendo normas y procedimientos técnicos pre-establecidos en función del caso y de la zona en estudio, con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de la vía han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

⇒ Características que debe reunir un pavimento

Un pavimento para cumplir las funciones para las que fue diseñado, debe reunir los siguientes requisitos:

- ⇒ Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- ⇒ Ser resistente ante los agentes climáticos.
- ⇒ Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- ⇒ Presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de la velocidad de circulación.
- ⇒ Ser durable.
- ⇒ Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- ⇒ El ruido producido por las llantas en contacto con la capa de rodadura debe ser moderado, tanto para el peatón y su entorno, como para el usuario dentro del vehículo.
- ⇒ Ser económico.
- ⇒ Poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.



⇒ Clasificación de los pavimentos

Los pavimentos utilizados en el país según su estructura se pueden clasificar en: flexibles, rígidos y articulados, aunque hay una clase de pavimento intermedio entre flexible y rígido conocida como semi-rígido o semi-flexible. De cada uno de los cuales se tratará a continuación.

✓ Pavimentos Flexibles

Están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y sub-base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. La capacidad de carga está en función de las características de distribución de esfuerzos del sistema de capas, en donde, la calidad de los materiales aumenta desde la capa inferior hacia la superior. En la Figura 3.12 se muestra un corte típico de un pavimento flexible en una vía.

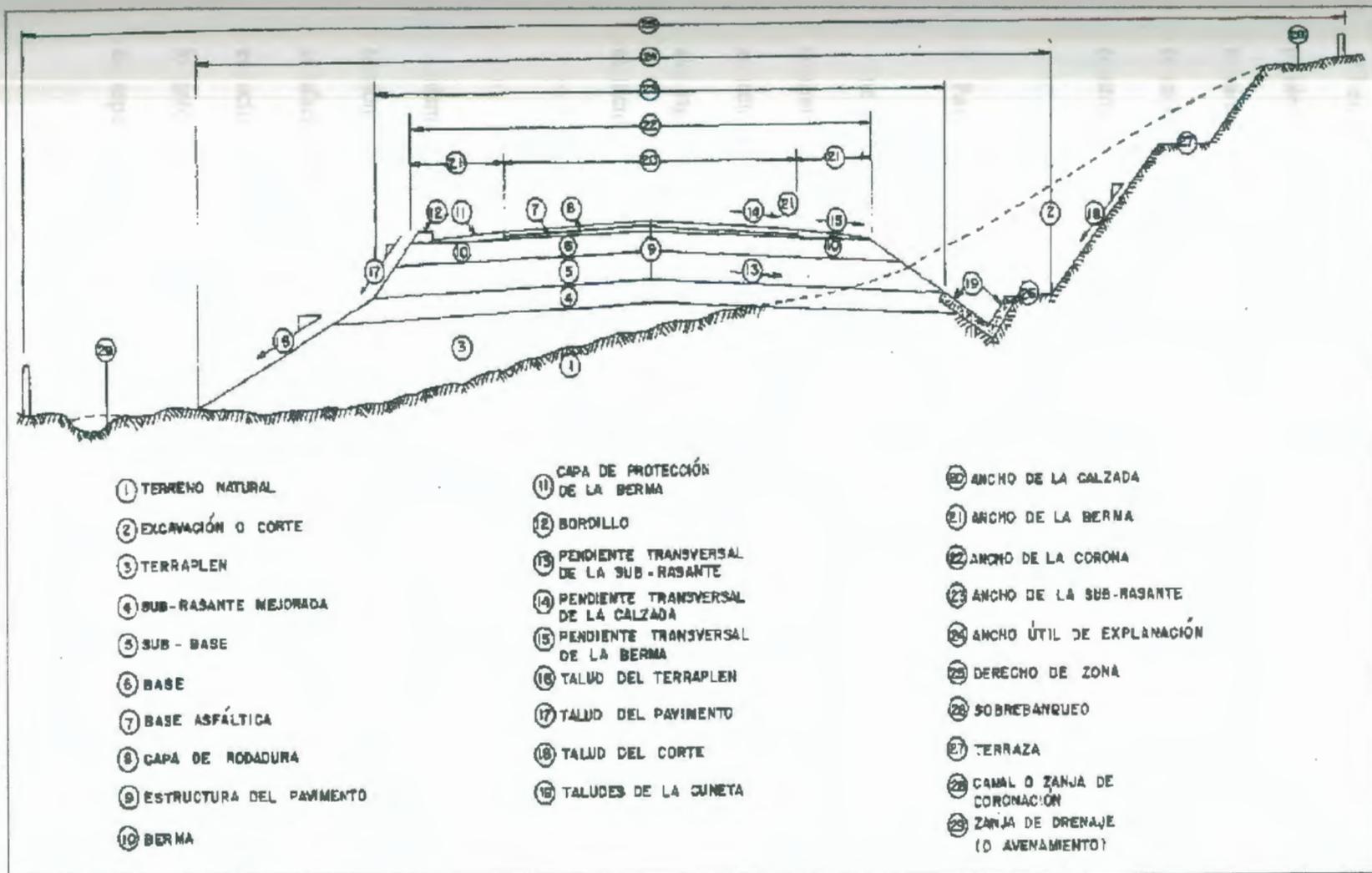
✓ Pavimentos Semi-Flexibles o Semi-Rígidos

Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. No es muy común en el país, por tal motivo se lo deja para conocimiento general.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FIGURA 3.12.- SECCIÓN TÍPICA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE



El empleo de los aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

✓ Pavimentos Rígidos

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina sub-base del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia.

Además como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aún cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

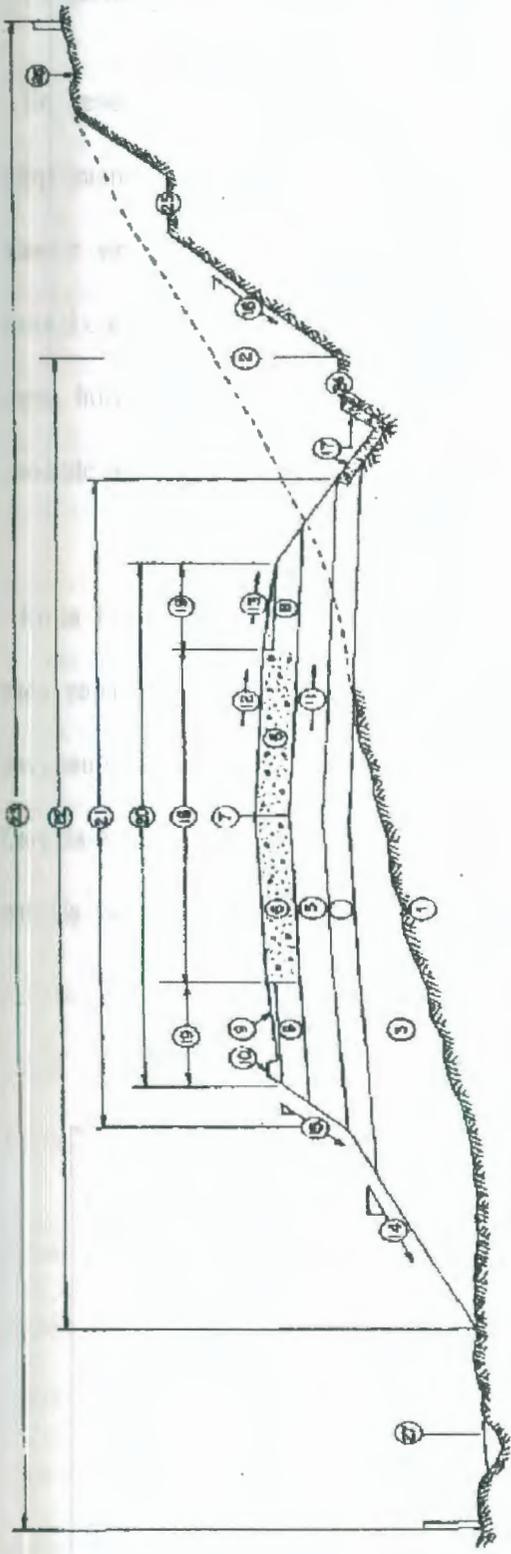
La diferencia entre un pavimento flexible y uno rígido está en la distribución de las cargas; mientras que en el primero las cargas son distribuidas hacia las capas inferiores, en el segundo estas se distribuyen directamente sobre la losa de hormigón y un área mayor. En la Figura 3.13 se muestra una sección tipo de un pavimento rígido utilizado en una sección de vía, incluyendo espaldones, cunetas, taludes, cortes y rellenos, donde están numeradas cada una de las partes de la estructura del pavimento.

✓ Pavimentos Articulados

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularán por dicho pavimento.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL



- | | | |
|---------------------------------|---|------------------------------------|
| 1) TERRENO NATURAL | 10) BORDILLO | 19) ANCHO DE LA BERNA |
| 2) EXCAVACIÓN O CORTE | 11) PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA SUB-RASANTE | 20) ANCHO DE LA CORONA |
| 3) TERRAPLEN | 12) PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA CALZADA | 21) ANCHO DE LA SUB-RASANTE |
| 4) SUB-RASANTE MEJORADA | 13) PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA BERNA | 22) ANCHO ÚTIL DE EXPLANACIÓN |
| 5) SUB-BASE | 14) TALUD DEL TERRAPLEN | 23) DERECHO DE ZONA |
| 6) LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO | 15) TALUD DEL PAVIMENTO | 24) SOBRESBANQUEO |
| 7) JUNTA LONGITUDINAL | 16) TALUD DEL CORTE | 25) TERRAZA |
| 8) BERNA | 17) TALUDES DE LA CUNETTA | 26) CANAL O ZANJA DE CORONACIÓN |
| 9) CAPA PROTECCIÓN DE LA BERNA | 18) ANCHO DE LA CALZADA | 27) ZANJA DE DRENAJE (AVENAMIENTO) |



FIGURA 3.13.- SECCIÓN TÍPICA DE UN PAVIMENTO RÍGIDO

⇒ **Funciones de las capas de un pavimento**

En general, la estructura básica de las distintas clases de pavimentos es proporcionar a la carpeta de rodadura una superficie sobre la cual se pueda asentar sin que tenga problemas de deformaciones con respecto al terreno natural o a la subrasante. Por tal motivo, las funciones que realizan las diferentes capas horizontales de cada clase de pavimento son similares en su esencia, variando respecto a los requerimientos de las normas técnicas vigentes.

En la Tabla 3.4 se indica la estructura de cada tipo de pavimento, en donde cada capa está ordenada por ubicación en el pavimento, es decir, en un pavimento del tipo flexible, la Sub-Base es la más próxima a la Sub-Rasante, la Carpeta Asfáltica va en la superficie de rodadura y la Base es la capa intermedia entre la Sub-Base y la Carpeta asfáltica.

TABLA 3.4. ESTRUCTURA DE LOS PAVIMENTOS

Pavimento Capa	Flexible	Rígido	Articulado
Carpeta de Rodadura	✓		
Losa de Concreto		✓	
Sello de Arena			✓
Adoquín			✓
Capa de Arena			✓
Base	✓		✓
SubBase	✓	✓	
Sub-Rasante	✓	✓	✓

Las diferentes capas mencionadas en la Tabla 3.4 son descritas de manera breve como sigue:

* La sub-base granular

Función económica. Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica, ya que el espesor total, que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad, pero se prefiere distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad, la cual es frecuentemente la más barata. Esta solución puede traer consigo un aumento en el espesor total del pavimento pero resulta más económica.

Capa de transición. La sub-base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.

Disminución de las deformaciones. Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones) o a cambios extremos de temperatura, pueden absorberse con la capa sub-base impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.

Resistencia. La sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitirlos a un nivel adecuado a la subrasante.

Drenaje. En muchos casos, la sub-base debe drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta y también debe impedir la ascensión capilar.

✧ La base granular

En pavimentos articulados es la capa colocada entre la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa le da mayor espesor y capacidad estructural al pavimento. Puede estar compuesta por dos o más capas de materiales seleccionados.

Resistencia. La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.

Función económica. Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la sub-base respecto a la base.

✧ Carpeta de Rodadura

Superficie de rodadura. La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.

Impermeabilidad. Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.

Resistencia. Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

✧ Losa de concreto

Las funciones de la losa en el pavimento rígido son las mismas de la carpeta en el flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen.

✧ Capa de arena

Es una capa de poco espesor, de arena gruesa y limpia que se coloca directamente sobre la base, sirve de asiento a los adoquines y como filtro para el agua que eventualmente pueda penetrar por las juntas entre estos.

✧ Adoquines

Son elementos de concreto prefabricados cuya resistencia debe ser adecuada para soportar las cargas del tránsito, así también como el desgaste producido por el mismo.

* Sello de arena

Está constituido por arena fina que se coloca como sello de las juntas entre los adoquines y contribuye al funcionamiento de los elementos de la capa de rodadura.

⇒ Alternativas de Diseño del pavimento

Como se ha indicado, existen varios tipos de pavimento, cada uno con sus cualidades estructurales y ventajas de diseño, y en todos es necesario el dimensionar las capas que componen al pavimento. Actualmente existen numerosos métodos para dimensionar las capas, desde métodos meramente teóricos hasta los basados en la experiencia, algunos muy complejos, otros más sencillos para el diseñador.

El criterio básico para el diseño de un pavimento es encontrar un punto de equilibrio entre la durabilidad y resistencia del pavimento con los costos de construcción. En el presente estudio, en la parte del diseño del pavimento para la Avenida, se adiciona el criterio del desarrollo local y la infraestructura de la zona. En el Plan Regulador del Cantón Milagro, la Avenida Jaime Roldós se encuentra en una zona donde se implementarán obras de alcantarillado de aguas servidas y aguas lluvias, tal como constan en los estudios técnicos realizados por la entidad municipal.



Respecto a los costos que encierra el diseño del pavimento, como son los de construcción y los de mantenimiento, se considerará que la implementación de la Avenida dará paso a futuros ingresos municipales por conceptos de impuestos. Los costos de mantenimiento no se tomarán en cuenta en la elección de la mejor propuesta de pavimento en el aspecto económico, ya que serán asumidos por el I. Municipio de Milagro. Se consideran como propuestas de pavimento las cuatro siguientes: Pavimento flexible con base y sub-base granular con capa de rodadura asfáltica, pavimento adoquinado, pavimento de hormigón compactado con pavimentadora (HCP) y pavimento flexible con base asfáltica y carpeta asfáltica.

A manera superficial se analizarán tales alternativas, asumiendo espesores promedio por capas, tomando costos unitarios reales, determinados para la presente tesis y que se muestran en el Anexo M; conociendo una longitud inicial de vía de 3060 metros y un ancho constante de pavimento de 14,60 metros correspondiente a cuatro carriles. Del catálogo de espesores de pavimentos flexibles, proporcionado por el MOP, para tránsito mediano, indican un espesor de la capa de rodadura asfáltica, base granular y sub-base ganular de 10, 25 y 35 centímetros respectivamente. Los resultados se muestran a continuación:

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Longitud 3060
 Fecha: 02/12/2004

Página: 25 de 28
 km

Alternativa # 1: Pavimento flexible con base, sub-base granular y capa de rodadura asfáltica.

Rubro		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Código	Descripción	A	B	C	D = B x C
300-E	Replanteo	m	3.060,00	\$ 0,30	\$ 918,00
302-1	Desbroce y limpieza	Ha.	6,12	\$ 233,90	\$ 1.431,47
308-2	Acabado de obra básica	m2	44.676,00	\$ 1,30	\$ 58.078,80
403-1	Sub-base Granular clase 1, e = 0,35 m	m3	15.636,60	\$ 7,50	\$ 117.274,50
404-1	Base Granular clase 1, e = 0,25 m	m3	11.169,00	\$ 8,90	\$ 99.404,10
405-5(1)E	Carpeta Asfáltica e = 0,10 m(incluye imprimación y transporte 35 km)	m3	4.467,60	\$ 128,70	\$ 574.980,12
Total					\$852.086,99

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Longitud 3060
 Fecha: 02/12/2004

Página: 26 de 28
 km

Alternativa # 2: Pavimento articulado con adoquin.

Rubro		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Código	Descripción	A	B	C	D = B x C
300-E	Replanteo	m	3.060,00	\$ 0,30	\$ 918,00
302-1	Desbroce y limpieza	Ha.	0,00	\$ 233,90	\$ -
308-2	Acabado de obra básica	m2	44.676,00	\$ 1,30	\$ 58.078,80
401-4(1)	Adoquinado	m2	44.676,00	\$ 13,90	\$ 620.996,40
Total					\$679.993,20



BIBLIOTECA FICT
 ESPOL

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Longitud 3060
 Fecha: 02/12/2004

Página: 27 de 28
 km

Alternativa # 3: Pavimento rígido con Hormigón compactado con pavimentadora

Rubro		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Código	Descripción	A	B	C	D = B x C
300-E	Replanteo	m	3.060,00	\$ 0,30	\$ 918,00
302-1	Desbroce y limpieza	Ha.	6,12	\$ 233,90	\$ 1.431,47
308-2	Acabado de obra básica	m ²	44.676,00	\$ 1,30	\$ 58.078,80
403-1	Sub-base Granular clase 1, e = 0,35 m	m ³	8.935,20	\$ 7,50	\$ 67.014,00
405-9	Pavimento HCP e = 0,20 m (incluye juntas y transporte 40 km)	m ³	8.935,20	\$ 209,50	\$ 1.871.924,40
Total				\$1.999.366,67	

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Longitud 3060
 Fecha: 02/12/2004

Página: 28 de 28
 km

Alternativa # 4: Pavimento flexible con subrasante mejorada, base y capa de rodadura asfáltica

Rubro		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Código	Descripción	A	B	C	D = B x C
300-E	Replanteo	m	3.060,00	\$ 0,30	\$ 918,00
302-1	Desbroce y limpieza	Ha.	6,12	\$ 233,90	\$ 1.431,47
402-2(1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	m ³	4.467,60	\$ 6,00	\$ 26.805,60
308-2	Acabado de obra básica	m ²	44.676,00	\$ 1,30	\$ 58.078,80
404-5E	Base asfáltica e = 0,22 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	m ³	9.828,72	\$ 106,00	\$ 1.041.844,32
405-5(1)E	Carpeta Asfáltica e = 0,10 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	m ³	4.467,60	\$ 128,70	\$ 574.980,12
Total				\$1.704.058,31	

Analizando las alternativas de pavimento, con cantidades asumidas, notamos que el pavimento HCP resulta ser el más costoso de las cuatro alternativas. El pavimento con adoquín presenta la alternativa más económica; y los pavimentos

flexibles presentan valores intermedios. Por criterio de resistencia y durabilidad, la tendencia actual es el utilizar pavimentos de hormigón, y en este campo los pavimentos de hormigón compactado con rodillo resultan una buena alternativa.

Siguiendo las pautas del Plan Regulador del Cantón Milagro, las avenidas y calles principales de la ciudad no deberán ser pavimentadas con adoquín. Esto es, existen condicionantes de diversas características a la hora de elegir el tipo de pavimento en una ciudad.

Dependiendo de los estudios definitivos de suelos, del diseño geométrico, de la hidrología de la zona, de los costos de obra y otros factores importantes, se realizó el diseño definitivo del pavimento de la Avenida Jaime Roldós con su sección transversal definitiva, lo que se podrá apreciar en el Capítulo 4 que trata sobre el diseño final de la Avenida.

3.2.9. ALTERNATIVAS DE SECCIONES TIPO

Las secciones tipo describen y regulan todos los elementos que conforman el proyecto transversal de una vía, siendo estos el ancho, el pavimento, cunetas, pendientes transversales, parterres y aceras, siguiendo lo que la normativa y la técnica vigente exigen y utilizando los datos obtenidos del volumen de tránsito,

de la velocidad de diseño, de los planos topográficos de la zona, la hidrología y los costos de construcción.

Para el estudio de la Avenida Jaime Roldós, se proponen tres alternativas de secciones tipo que deberán ser analizadas, luego se confirmará en el diseño definitivo la o las secciones tipo que la Avenida pueda necesitar. Estas secciones tipo se muestran a continuación en las Figuras 3.14 a 3.16.

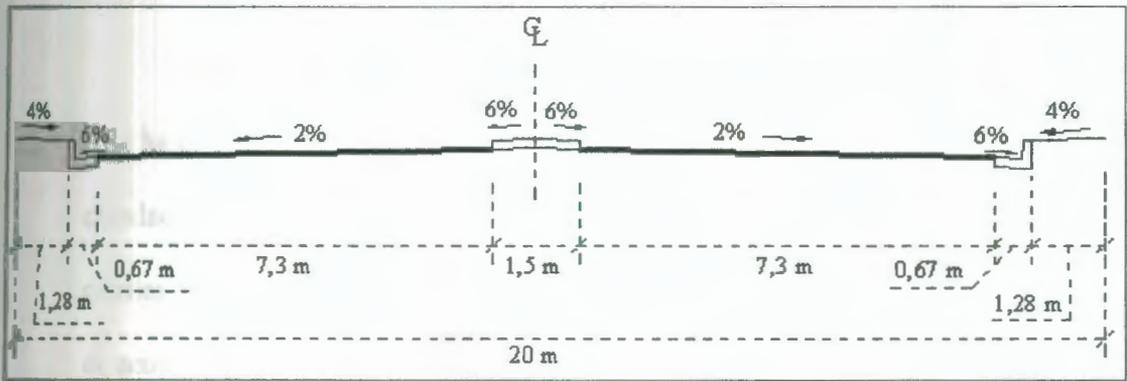


FIGURA 3.14.- ALTERNATIVA DE SECCIÓN TIPO # 1

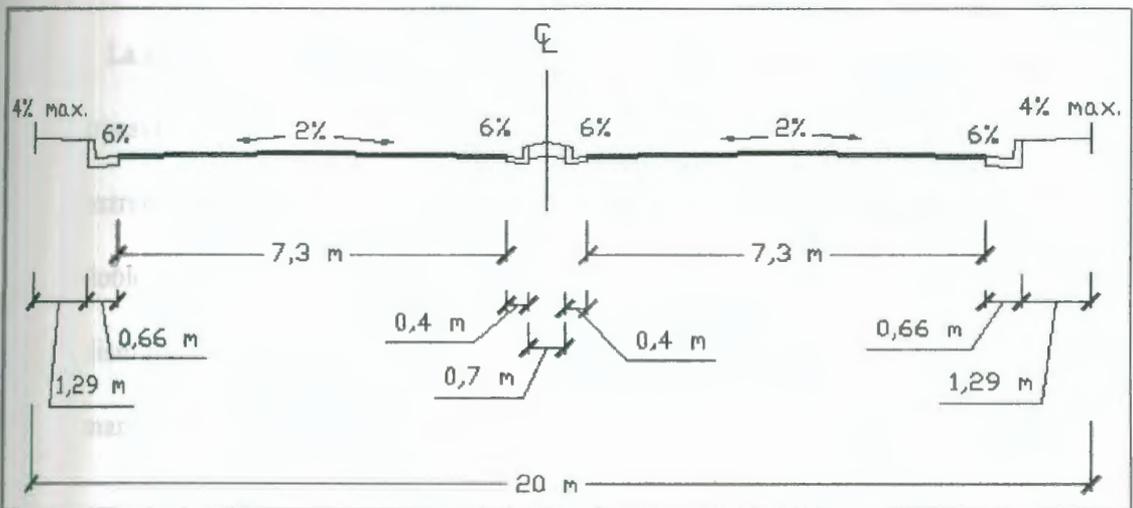


FIGURA 3.15.- ALTERNATIVA DE SECCIÓN TIPO # 2

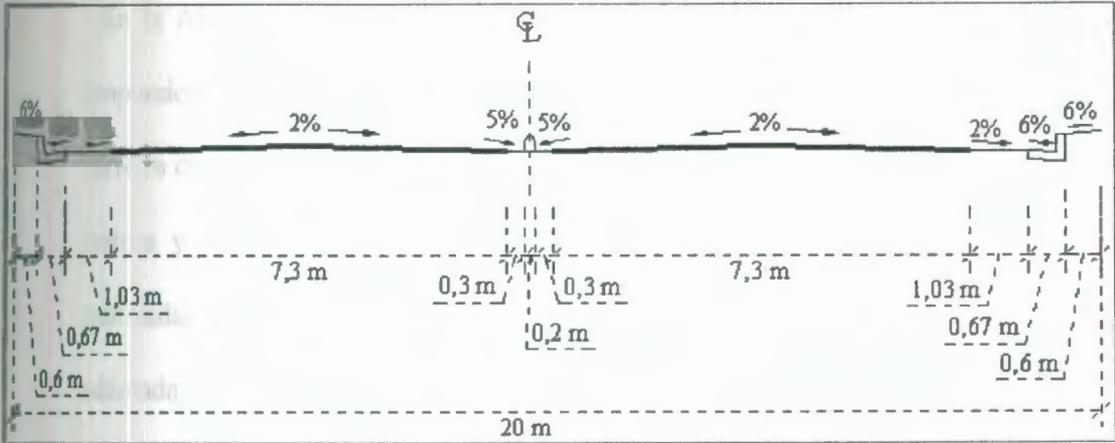


FIGURA 3.16.- ALTERNATIVA DE SECCIÓN TIPO # 3

Se ha dispuesto que el ancho total de la vía sea de 20 metros, con carriles de circulación de 3,65 metros, sabiendo que la Avenida será de dos vía con dos carriles por vía. Estos datos que no varían dentro de las alternativas, se obtienen de acuerdo a los estudios de tránsito realizados y apegándose a lo dispuesto por el Municipio en su Plan Regulador.

La sección en la Alternativa 1 consta de dos carriles por sentido con pendiente transversal única del 2%, un parterre central de 1,5 metros, cunetas tipo al extremo y un ancho de acera de 1,28 metros. En la Alternativa 2 se adopta una doble pendiente transversal del 2% por sentido de vía, el parterre central disminuye a 0,90 metros, las cunetas en los dos extremos de los carriles y se mantiene el ancho de las aceras.

En la Alternativa 3, se mantiene la doble pendiente transversal del 2%, se proporciona un espacio adicional de 1,03 metros como zona de seguridad, el parterre disminuye a 0,20 metros, las cunetas se mantienen en su ancho de 0,67 metros y la acera con un ancho de 0,60 metros. Estas alternativas serán analizadas para el Diseño Definitivo de la Avenida, las cuales podrán ser adaptadas a la vía, pudiendo ser modificadas en ciertos tramos de acuerdo a los criterios normativos y técnicos de diseño.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL PROYECTO DEFINITIVO

El Proyecto Definitivo de la Avenida Circunvalación Tramo I o Jaime Roldós Aguilera contiene los estudios finales en donde se encuentran las alternativas más convenientes para la construcción de la Avenida en mención, basándose en normas y técnicas vigentes en el país y en las recomendaciones del Plan Regulador del Cantón Milagro.

El presente Capítulo está compuesto de tres sub-capítulos a saber: Trabajos de Campo, Intersecciones a Nivel y Trabajos de Oficina, cada uno con la justificación del diseño definitivo adoptado. En campo se hicieron investigaciones y trabajos topográficos para complementar la información ya obtenida, que permitió decidir o confirmar el diseño vial. En oficina se realizaron los análisis y cálculos necesarios para el diseño geométrico de la vía. Se tomó en consideración para el proyecto definitivo el tema de las intersecciones a nivel que se presentan en el trazado, con lo que se quiere dar soluciones para los conflictos de tránsito característicos de este tipo de vías urbanas. Se destaca, además, la ayuda técnica y logística proporcionada por la I. Municipalidad de Milagro en la realización del Proyecto Definitivo.

4.1 TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos en el campo fueron realizados para definir el proyecto preliminar, es decir, verificar que lo diseñado en oficina esté acorde con la realidad del campo. Por tal motivo se hicieron los trabajos de localización y nivelación del eje definitivo de la vía, topografía de los detalles de las secciones transversales, replanteo de las curvas horizontales, toma de muestras de suelos, y demás trabajos que servirán para el diseño geométrico de la vía, todo esto con la permanente supervisión y control del personal técnico de la Dirección de Obras Públicas de la Municipalidad de Milagro.

4.1.1 LOCALIZACIÓN DEL EJE

Con los datos obtenidos de la topografía del polígono fundamental, de los perfiles transversales y de la faja topográfica, presentada en el Capítulo de los Estudios Preliminares, se logró establecer un eje de la vía. El mismo fue trasladado a campo, en donde se colocaron hitos (BM) geo-referenciados cada kilómetro, con sus respectivas cotas, dejando además referenciado cada punto de principio de curva (PC). Se estableció un ancho total de la vía de 20 metros, modificado en algunos tramos de la vía debido a las posibles expropiaciones y las condiciones topográficas del terreno, apeándose al criterio técnico establecido en las normas del MOP y en el Plan Regulador Municipal.

4.1.2 NIVELACIÓN DEL EJE

La nivelación se la realizó a lo largo del eje replanteado, tomando medidas en cada abscisa, sirviendo como referencia para efectuar la topografía de las secciones transversales. Se elaboró una hoja electrónica, especial para la presente tesis, en donde se calcularon los niveles en cada abscisa del eje, así como en sus secciones transversales. Los resultados de esta hoja se encuentran en el Anexo E. El desnivel encontrado es de 2.502 metros en una longitud 3060 metros, esto quiere decir que la pendiente promedio del terreno es de 0,817 por mil. Se confirma entonces que el terreno sobre el cual está asentada la vía es terreno llano.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

4.1.3 DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL

El título del presente sub-capítulo era, originalmente, “Proyecto Transversal y Longitudinal”, pero se considera el título actual, debido a que aquel no era representativo del proyecto, ya que no contemplaba el alineamiento vertical. En el proyecto horizontal quedan definidas cinco curvas circulares horizontales simples, y el proyecto vertical queda definido sin curvas, dejando solamente marcados los Puntos de Intersección Vertical (PIV), esto debido a la configuración plana del terreno que origina pendientes longitudinales menores a un 0.5% que es la mínima de acuerdo con el capítulo VII de las “Normas de diseño geométrico de vías” del MOP. Las curvas circulares horizontales

simples, con sus elementos geométricos, se muestran en la Tabla 4.1. El replanteo de cada una de las curvas circulares definidas para el presente proyecto está indicado en el Anexo F. En los Planos D-1, D-2 y D-3 se encuentra graficados y detallados los elementos del proyecto horizontal y vertical.

TABLA 4.1.
ELEMENTOS DE LAS CURVAS CIRCULARES SIMPLES

Curva No.	1	2	3	4	5
Ángulo de Deflexión α	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "
	5 24 58	0 37 47	24 31 60	37 21 11	82 26 43
Dirección	Derecha	Izquierda	Izquierda	Izquierda	Izquierda
P_C	0 + 487.47	1 + 90.99	1 + 614.99	2 + 52.85	2 + 281.28
P_I	0 + 529.95	1 + 94.29	1 + 633.90	2 + 78.20	2 + 503.82
P_T	0 + 572.36	1 + 97.58	1 + 652.24	2 + 101.74	2 + 646.78
R	898.00 m	600.00 m	87.00 m	75.00 m	254.00 m
T	42.48 m	3.30 m	18.92 m	25.35 m	222.54 m
E	1.00 m	0.01 m	2.03 m	4.17 m	83.70 m
L_C	84.89 m	6.59 m	37.25 m	48.89 m	365.49 m
Coordenadas	P_C	P_C	P_C	P_C	P_C
Norte	9,763,222.14	9,762,988.35	9,762,787.38	9,762,794.67	9,762,925.43
Este	656,591.91	657,148.17	657,632.11	658,068.85	658,252.66

4.1.4 COLOCACIÓN DE LATERALES

Se llaman laterales a puntos referenciales colocadas en los extremos de la vía que indican el espesor de corte o de relleno, espesores que se obtienen del proyecto vertical definitivo, y en base a los cuales se realiza el cálculo de áreas y volúmenes correspondientes al movimiento de tierra que se puedan dar en la

vía, los cuales se mostrarán en la información de los trabajos de oficina más adelante.

4.1.5 INVESTIGACIÓN DEFINITIVA DE SUELOS

De la información preliminar obtenida en el sitio de la obra se conoce que es un suelo mezclado con grava, sin características orgánicas, que puede ser usado como terraplén. Para un mejor conocimiento acerca del tipo de suelo se realizaron pruebas y ensayos con muestras extraídas del lugar, según lo indican las normas del MOP en la Sección 6 del Manual de Diseño de Vías. En el proceso de investigación de suelos, se realizaron las siguientes actividades en campo:

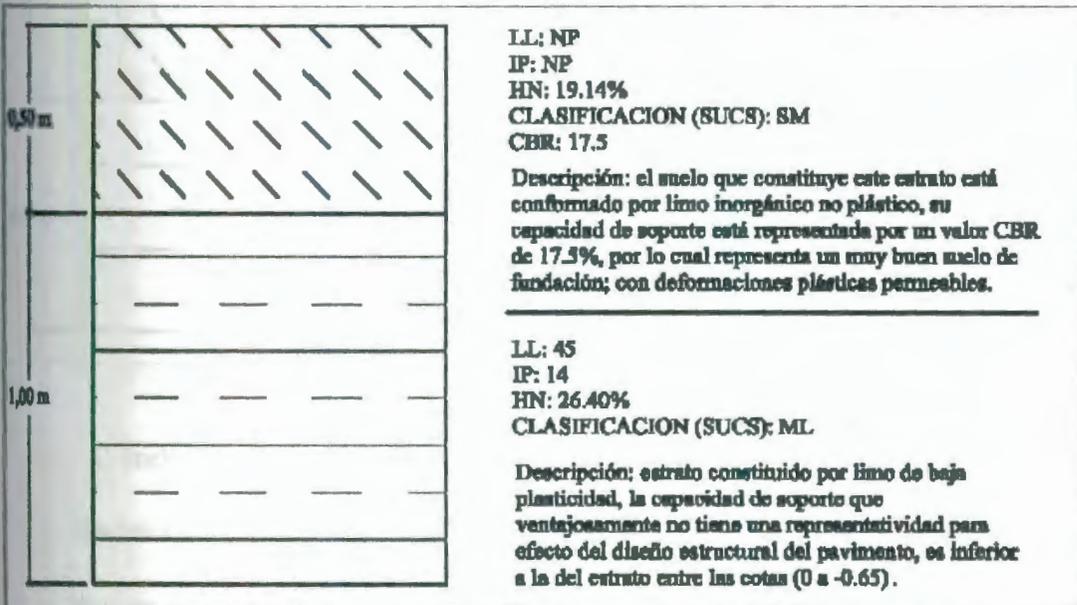
- ▶ Tres calicatas a cielo abierto de 1 metro de ancho por 1 metro de largo y con una profundidad de hasta 1.50 metros, con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico correspondiente a la zona.
- ▶ Determinación de la cota del nivel freático, se exploró hasta 2 metros de profundidad sin encontrar la presencia de nivel freático.
- ▶ No se siguió profundizando a mayores cotas por considerar la no influencia de ese factor en las condiciones naturales actuales del suelo de subrasante, y como consecuencia en la estructura del pavimento.
- ▶ La norma manda a realizar mínimo dos calicatas por kilómetro, pero por motivos de estudios, la zona urbana en que se encuentra la vía y por recomendación del Departamento Técnico de Obras Públicas del Cantón

Milagro, se realizó una cada kilómetro, siendo en total tres calicatas. La información obtenida de la estratigrafía se muestra a continuación:

Calicata #1

Abcisa 0 + 500

Avenida Jaime Roldós



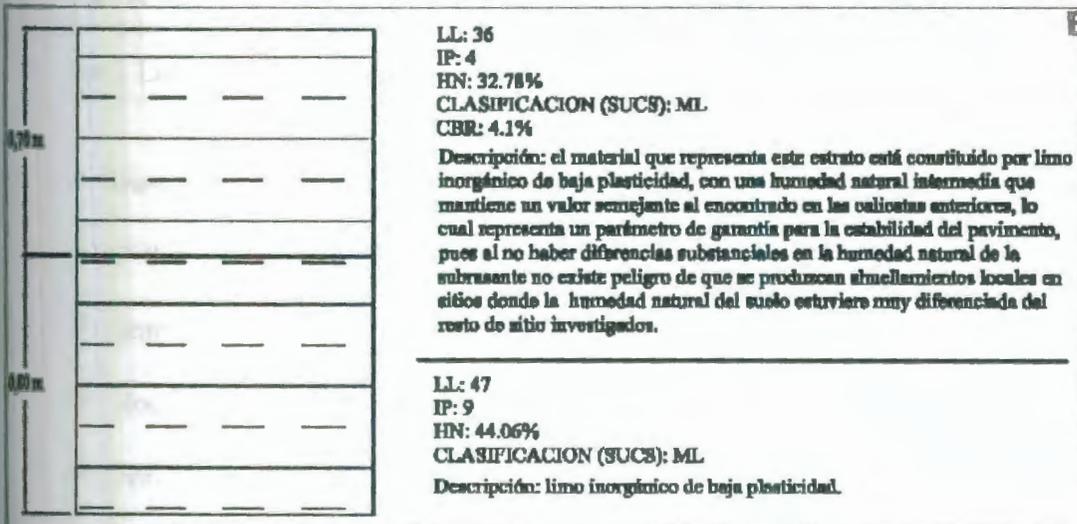
Calicata #2

Abcisa 1 + 600

Avenida Jaime Roldós



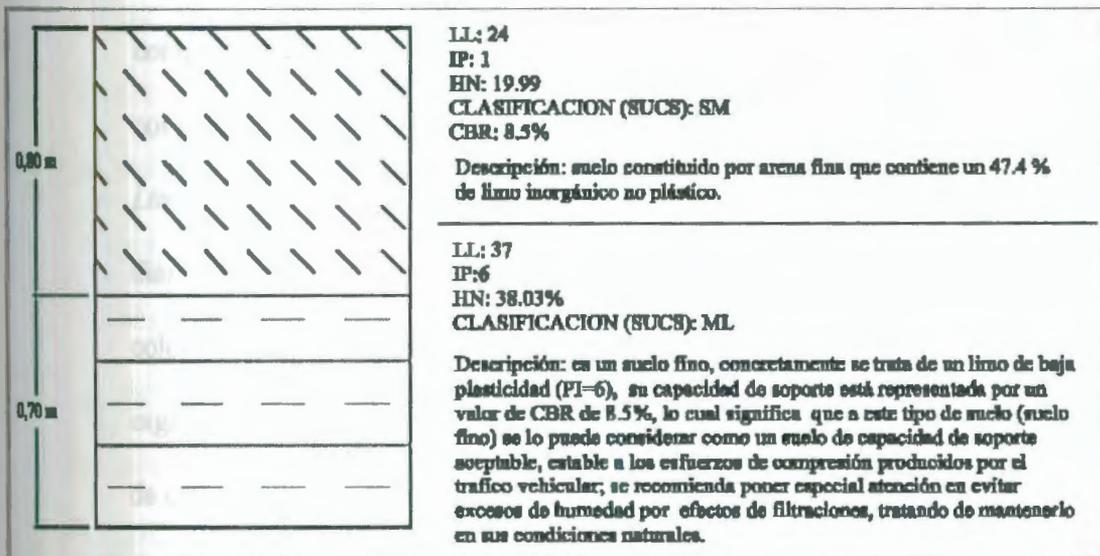
**BIBLIOTECA FICT
 ESPOL**



Calicata #3

Abcisa 2 + 400

Avenida Jaime Roldós



El suelo, según la definición dada por el Ing. Carlos Crespo en su libro *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*, es “una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan.”. Por su origen, estos pueden ser orgánicos e inorgánicos, y por el tamaño de sus partículas se clasifican en: Gravas (G, *gravel*), Arenas (S, *sand*), Limos (M, *mo*) y Arcillas (C, *clay*).

- ✓ *Gravas*, son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros (2 mm) de diámetro. Como material suelto suele encontrarse en los lechos o en las márgenes de los ríos. El material colocado actualmente en la vía pertenece a este grupo.
- ✓ *Arenas*, son materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, de origen análogo al de las gravas, y cuyas

partículas varían entre 2 mm y 0,05 mm de diámetro. Las arenas, estando limpias, no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que las arcillas y si se aplica una carga en su superficie se comprimen fácilmente.

- ✓ *Limos*, son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, el diámetro de las partículas está comprendido entre 0,05 mm y 0,005 mm. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos (se encuentra en ríos) es muy baja, su compresibilidad muy alta y de características plásticas.
- ✓ *Arcilla*, son partículas sólidas con diámetro menor de 0,005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua.

De los análisis de laboratorio hechos, agrupados en el Anexo G, se conoce que en gran parte de la vía el suelo es del tipo Limo Inorgánico de Baja Compresibilidad (ML) con poca plasticidad, suelo que favorece al proyecto, incluyendo su valor de capacidad de soporte alto, aceptado como material para ser utilizado en la construcción del terraplén. En ciertos tramos iniciales de la vía presenta un porcentaje alto de Índice Plástico (IP) pero a una profundidad mayor a los 50 centímetros, por lo que se considera que con una compactación del 100% en su humedad máxima no afectará al proyecto de la vía ya que el estrato superior presenta condiciones favorables. Además, el Valor de Soporte del Suelo está entre el 8 y el 14%, que son considerados como aceptables para el diseño del pavimento.

4.1.6 CONFIRMACIÓN DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO

Conforme al planeamiento urbano programado por la I. Municipalidad del Cantón Milagro en su Plan Regulador y analizando las alternativas de pavimento propuestas en la sección 3.2.8 del Capítulo de Estudios Preliminares, se considera conveniente el diseño de un pavimento flexible con capa de rodadura asfáltica con un período de servicio de 20 años. Se tratará entonces, en el presente estudio, el diseño del pavimento flexible con capa de rodadura asfáltica, utilizando el método de diseño del MOP, el cual considera la siguiente información:

1. Características de ejecución del pavimento
2. Tránsito (Número de aplicaciones de carga en un eje estándar de 8.2T)
3. Subrasante (Capacidad de carga MR)
4. Materiales de construcción a utilizar en su ejecución (a_i)
5. Medio Ambiente de la zona del proyecto
6. Drenaje (m_i)
7. Confiabilidad
8. Costos del ciclo de vida útil

⇒ Variables para el diseño

- a) **Restricciones del tiempo.** Se escoge el período de análisis que afectará o restringirá el diseño del pavimento desde el punto de vista del tiempo. En el presente caso, el período de análisis será de 20 años.

b) **El tránsito.** El método del MOP se basa en el número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el carril de diseño (W_{18}), el cual según la AASHTO se lo conoce como “Equivalent 18.000 lb (80 KN) Single Axle Load (ESAL)”. Este número se lo determinará siguiendo la expresión utilizada en la norma colombiana de diseño de pavimentos, mostrada en el Cuadro de Ecuaciones 4.1. Dicha norma fue analizada para el presente estudio y se la considera confiable para ser utilizada en vías del país.

CUADRO DE ECUACIÓN 4.1

$$W_{18} = TPD \times \frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{Ln(1+i)} \times FC$$

Donde,

W_{18} = Número de aplicaciones de carga de un eje equivalente a 8,2 T

TPD = Tránsito promedio diario inicial.

A = % estimado de vehículos pesados (buses y camiones)

B = % de vehículos pesados que emplean el carril de diseño.

I = tasa anual de crecimiento del tránsito

n = Período de diseño

F.C. = Factor de Carga Equivalente

El tránsito promedio diario inicial de vehículos utilizado para el diseño del pavimento será la suma total de vehículos aforados dividido para el número de días del estudio. El método AASHTO considera sólo los

vehículos pesados y buses excluyendo a los vehículos livianos, por tal motivo aparecen los términos A y B en la ecuación 4.1. Para efectos del dimensionamiento del pavimento, interesa sólo el tránsito que pasa por un carril, que se denomina carril de diseño, que es aquel por el cual se espera que circulen el mayor volumen de vehículos pesados. La norma AASHTO sugiere los valores en porcentaje mostrados en la Tabla 4.2.

TABLA 4.2. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DEL TRÁNSITO POR CARRIL, AASHTO

Número de carriles en cada dirección	% de ejes de 8.2T real durante la vida de diseño
1	50
2	100
3	60 – 80
4	50 – 75

El diseño adoptado será una Avenida de dos sentidos de circulación con dos carriles por sentido, lo que indica que el porcentaje de vehículos que emplearán el carril de diseño es del 100%. La tasa de crecimiento anual (i) a utilizar es de 4%, valor del cual se habló en el Capítulo 2. Con los datos obtenidos de los aforos de tránsito se determinó la distribución de vehículos en la Avenida, la cual está dada por los valores en porcentajes de sus respectivos Tránsito Promedio Diario, mostrados en la Tabla 4.3 y Tabla 4.4. La clasificación mostrada en las Tablas 4.3 y 4.4 se hizo para efectos del cálculo de número de ejes equivalentes en el diseño del pavimento, que se muestra más adelante.



TABLA 4.3. DISTRIBUCIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR

Tránsito Total	28,697.00	Vehículos	
Aforo	4	días	
TPD	7,174.25	Veh/día	100.00%
 Livianos	6,458.25	Veh/día	90.02%
 Pesados	260.25	Veh/día	3.63%
 Buses	455.75	Veh/día	6.35%

TABLA 4.4. DISTRIBUCIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR
PESADO

Pesados	260.25	Veh/día	100%
 2 ejes	254.25	Veh/día	97.7%
 3 ejes	5	Veh/día	1.9%
 mayor de 4 ejes	1	Veh/día	0.4%

Para evaluar el efecto producido en los pavimentos flexibles por las cargas diferentes a la estándar de 8.2 toneladas, equivalente a una tándem de 14.5 toneladas, se han determinado Factores de Equivalencia de Carga (FC) por eje que se determinan según lo expresado en el Cuadro de Ecuación 4.2, que se tendría que calcular para cada eje de cada vehículo que transita por la vía con la finalidad de hallar un valor exacto.

$$FC = \left(\frac{P}{P_s} \right)^4 \quad \text{CUADRO DE ECUACIÓN 4.2}$$

Donde,

FC = Factor de carga equivalente

P = Carga cuya equivalencia con la estándar se desea calcular.

PS = Carga estándar de 8.2 Toneladas

Actualmente, producto del avance en las industrias automotrices en la fabricación de vehículos con pesos estándares globales, el valor del Factor de Equivalencia de Carga se encuentra tabulado y clasificado por los Departamentos de Tránsito en cada país, por lo que para la determinación del factor de equivalencia de carga se utilizaron los valores propuestos en la norma colombiana de diseño de pavimentos para determinado tipo de vehículo, los cuales se muestran en la Tabla 4.5.

TABLA 4.5. FACTORES DE CARGA, SEGÚN EL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE DE COLOMBIA

Tipo	Categoría	FC
Livianos	Automóviles y camionetas	
Pesados 1	Autobuses	0.2
	Camiones de 2 ejes	1.4
Pesados 2	Camiones de 3 ejes	2.4
Pesados 3	Camiones de 4 ejes	3.67

Por lo tanto el Factor de Carga Equivalente promedio se obtiene del siguiente modo: se calcula el Factor de Carga (FC_p) para los vehículos pesados con los datos de la Tabla 4.4, luego se halla el Factor de Carga para

los buses (FC_B), con los datos de la Tabla 4.3, y por último, uniendo los dos factores de carga anteriores, se obtiene el Factor de Carga Equivalente (FC) promedio a utilizar en el diseño del pavimento flexible, que es de 0,65. El resultado del proceso de cálculo anterior se lo puede ver en las Tablas 4.6 y 4.7. El valor encontrado es el término FC que se utiliza en la ecuación 4.1 para la determinación del número de aplicaciones de carga para un eje equivalente a 8,2 Toneladas.

TABLA 4.6. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CARGA PARA VEHÍCULOS PESADOS (FC_P)

Pesados - TPD		FC ③	FC _{TOTAL} ④=③ × ②	FC _P
①	②			
2 ejes	97.7%	1.40	1.37	1.43
3 ejes	1.9%	2.40	0.05	
mayor de 4 ejes	0.4%	3.67	0.01	
Σ	100%		1.43	=Σ④ ÷ Σ②

TABLA 4.7 DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CARGA PROMEDIO (FC) PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO

TPD		FC ③	FC _{TOTAL} ④=③ × ②	FC _{DISEÑO} ⑤=Σ④ ÷ Σ②
①	②			
Pesados	3.63%	1.43	0.05	0.65
Buses	6.35%	0.20	0.01	
Σ	9.98%		0.06	

En la Tabla 4.8 se muestran los datos con los cuales se podrá determinar el número de ejes equivalentes, W_{18} . Empleando la Ecuación 4.1 se obtiene que el número de ejes equivalentes, W_{18} , sea de $5,61 \times 10^6$, como se indica en el Cuadro de Ecuaciones 4.3.

TABLA 4.8 DATOS UTILIZADOS PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTE, W_{18}

Tránsito Promedio Diario (TPD)	8.338,5 ^{Veh} /día
Vehículos Pesados (A)	9,90 %
Vehículos en Carril de Diseño (B)	100 %
Tasa anual de Crecimiento del Tránsito (i)	4 %
Período de Diseño (n)	20 años
Factor de Carga Equivalente (FC)	0,61



CUADRO DE ECUACIÓN 4.3

$$W_{18} = 8338,5 \times \frac{9,90}{100} \times \frac{100}{100} \times 365 \times \frac{(1+0.04)^{20} - 1}{Ln(1+0.04)} \times 0,61$$

$$W_{18} = 5'611.427,30 = 5,61 \times 10^6 \quad (\text{resultado de hoja electrónica})$$

⇒ Confiabilidad

La confiabilidad se refiere a la probabilidad de que una sección de pavimento diseñada se comporte satisfactoriamente bajo condiciones prevalecientes de tránsito y ambientales durante el período de diseño. El método AASHTO añade un grado de certidumbre al procedimiento de diseño, para esto se proporciona un nivel predeterminado de confianza (R), que para la Avenida Jaime Roldós se escogió del 93%, siguiendo las recomendaciones de la AASHTO que se recogen en la Tabla 4.9 sobre los niveles de confianza para vías en perímetros urbanos. El método AASHTO proporciona una desviación estándar combinado (S_o), que es una medida de la amplitud de la predicción del número de ejes de carga equivalente y de la serviciabilidad, de 0.45 en función de los resultados de los ensayos hechos en el *AASHTO ROAD TEST* para pavimentos flexibles.

TABLA 4.9. NIVELES DE CONFIANZA PARA VÍAS DENTRO DEL PERÍMETRO URBANO, AASHTO

Función de la vía	Nivel de Confiabilidad en área urbana %
Corredor Arterial	85 – 99.9
Colector	80 – 99
Otros	50 – 80

c) **Efectos Ambientales.** Los cambios de temperatura y humedad afectan la resistencia, la durabilidad y la capacidad de resistir cargas de los materiales, del pavimento y de la subrasante. El cambio de volumen de las capas del pavimento debido a la presencia del agua conlleva a pensar en capas que permitan el drenaje o paso del agua. La calidad o nivel esperado de drenaje se logra a través del empleo de coeficientes de capas modificadas (m_i), así si se quiere una condición de drenaje óptima se utiliza un coeficiente de capa alto.

El factor m_i se encuentra integrado dentro de la obtención del número estructural (SN). En la Avenida Jaime Roldós se espera tener un tiempo máximo de drenaje de las aguas lluvias de 1 día, lo que indica que la calidad de drenaje de la vía es "Buena", de acuerdo a la Tabla 4.10 sugerida por el método de la AASHTO.

TABLA 4.10. CALIDAD DEL DRENAJE, AASHTO

Calidad de drenaje	Tiempo de drenaje
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drena

El factor de drenaje, m_i , escogido para la Avenida Jaime Roldós es de 1.00 considerando que la temporada de lluvia en Milagro abarca en promedio 3 meses en el año. Este valor se determinó según los valores recomendados por el método de la AASHTO para capas de base y sub-base granulares, valores que están en función de la calidad de drenaje de la vía y del tiempo en el año durante el cual se espera que el pavimento esté normalmente expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación. La Tabla 4.11 muestra los valores del coeficiente m_i para determinada calidad de drenaje y porcentaje de exposición a lluvias.

TABLA 4.11 VALORES DE m_i PARA CAPAS DE BASE Y SUBBASE GRANULARES, AASHTO

Calidad de drenaje	% del tiempo que la estructura está expuesta a niveles próximos de saturación			
	< 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25 %
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Buena	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Aceptable	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muy Pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

- d) **Serviciabilidad.** Es la idoneidad que tiene el pavimento para servir a la clase de tránsito que lo va a utilizar. Se lo evalúa a través del índice de servicio presente *PSI* (Present Serviciability Index), el cual varía de 0 (vía pésima) hasta 5 (vía perfecta). Este índice se debe establecer para un estado

inicial y final del pavimento, con el criterio de diseñar un pavimento basado en un volumen específico de tránsito total y con un nivel mínimo de serviciabilidad deseado al final del período de diseño. El índice inicial (P_o) es función del diseño del pavimento y de la calidad de construcción, y el índice final o terminal (P_T) es función de la categoría o importancia de la vía. Para el presente estudio se establecen los valores de PSI inicial y final en 4.3 y 2.0, por razones de seguridad en el diseño. Establecidos estos valores se aplica la expresión mostrada en el Cuadro de Ecuación 4.4 para definir el cambio total en el índice de servicio.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL

$\Delta PSI = P_o - P_t$
$\Delta PSI = 4.3 - 2 = 2.3$

Cuadro de Ecuación 4.4

- e) **Módulo resiliente de la subrasante.** La capacidad que tiene el suelo para resistir deformaciones permanentes bajo cargas cíclicas es un factor importante para el diseño de los pavimentos y su determinación se la realiza por diferentes procedimientos que difieren según el método que se utilice (ie., CBR, E, K, MR, S, etc.); la AASHTO utiliza el módulo resiliente o elástico, M_R . Este módulo se determinó usando correlaciones establecidas y aceptadas por las normas a partir del ensayo del CBR. Estas correlaciones se muestran en el Cuadro de Ecuaciones 4.6.

Cuadro de Ecuaciones 4.6

$CBR < 7.2\%$;	$M_R (psi) = 1500 (CBR)$
$7.2 \% < CBR < 20\%$;	$M_R (psi) = 3000 (CBR)^{0.65}$
$CBR > 20\%$;	$M_R (psi) = 4326 \ln(CBR) + 421$

De las investigaciones de suelos realizadas y mencionadas en el numeral 4.1.5 del presente estudio, el CBR promedio del suelo de subrasante es de 10,03%, por lo que al utilizar la ecuación 4.6 se obtiene un Módulo de Resiliencia (M_R) de 13.426,63 libras por pulgada cuadrada (psi), operación que se expresa en el Cuadro de Ecuación 4.7.

Cuadro de Ecuación 4.7

$$M_R = 3000 \times (10.03)^{0.65} = 13.426,63 \text{ } psi$$

f) **Características de los materiales del pavimento.** Las capas que componen al pavimento están caracterizadas por el módulo de elasticidad de los materiales que la componen. Cada capa posee un coeficiente (a_i) que convierte el espesor real en un número estructural (SN), indicativo del espesor total requerido del pavimento. La AASHTO sugiere correlaciones empíricas para determinar el coeficiente a_i de cada capa en función del tipo de material en caso de no disponer de datos exactos, estas correlaciones se muestran en la Tabla 4.12, en donde la unidad de a_i es $1/cm$. Con respecto a los materiales que componen las capas de los pavimentos, el MOP sugiere algunos parámetros a tener en cuenta:

TABLA 4.12. VALORES a_i RECOMENDADOS, AASHTO

CLASE DE MATERIAL	NORMAS		a_i (cm^{-1})
CAPA DE SUPERFICIE			
Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshal	1000 – 1800 lbs	0.134 - 0.173
Arena Asfáltica	Estabilidad de Marshal	500 – 800 lbs	0.079 - 0.118
Carpeta Bituminosa mezclada en el camino	Estabilidad de Marshal	300 – 600 lbs	0.059 - 0.098
CAPA DE BASE			
Agregados triturados, graduados uniformemente	PI: 0 – 4; CBR > 100%		0.047 - 0.055
Grava graduada uniformemente	PI: 0 – 4; CBR 30 – 80%		0.028 - 0.051
Concreto Asfáltico	Estabilidad de Marshal	1000 – 1600 lbs	0.098 - 0.138
Area Asfáltica	Estabilidad de Marshal	500 – 800 lbs	0.059 - 0.098
Agregado grueso estabilizado con cemento	Resistencia a la compr.	28 - 46 Kg/cm ²	0.079 - 0.138
Agregado grueso estabilizado con cal	Resistencia a la compr.	7 Kg/cm ²	0.059 - 0.118
Suelo – cemento	Resistencia a la compr.	18 - 32 Kg/cm ²	0.047 - 0.079
CAPA DE SUB – BASE			
Arena – Grava graduado uniformemente	PI: 0 – 6 CBR > 30%		0.035 - 0.043
Suelo – Cemento	Resistencia a la compr.	18 - 32 Kg/cm ²	0.059 - 0.071
Suelo – Cal	Resistencia a la compr.	5 Kg/cm ²	0.059 - 0.071
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE			
Arena o suelo seleccionado	PI: 0 – 10		0.020 - 0.035
Suelo con cal	3% mínimo de cal en peso de los suelos		0.028 - 0.039
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO			
Triple riego	* = Usar estos valores para los diferentes tipos de tratamientos bituminosos, sin calcular espesores		* 0.40
Doble riego			* 0.25
Simple riego			* 0.15

→ *Sub-base de Agregados.* Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles; la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un

índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Las sub-bases se clasifican en tres clases de acuerdo a los materiales a emplearse y a su granulometría, siendo la sub-base de Clase 1 la de mejor calidad. En la Tabla 4.13 se muestra la mencionada clasificación.

TABLA 4.13. CLASIFICACIÓN DE LAS SUB-BASES, MOP

Sub - Bases		% en peso que pasa a través de la malla cuadrada		
Tamiz		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Nº	mm			
3"	76.2	--	--	100
2"	50.4	--	100	--
1½"	38.1	100	70 - 100	--
Nº 4	7.75	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40	0.425	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200	0.075	0 - 15	0 - 20	0 - 20

→ **Base.** El límite líquido de la fracción que pase el tamiz Nº 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. Los agregados serán elementos

limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. Las bases se clasifican en cuatro tipos de acuerdo a la composición de los materiales y a su granulometría, siendo la Base Clase 1 la de mejor calidad. En la Tabla 4.14 se muestra la granulometría de cada una de las clases de base.

TABLA 4.14. CLASIFICACIÓN DE LAS BASES, MOP

Bases		% en peso que pasa a través de la malla cuadrada				
Tamiz		Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
Nº	mm	Tipo A	Tipo B			
2"	50.4	100	--	--	--	100
1 1/2"	38.1	70 - 100	100	--	--	--
1"	25.4	55 - 85	70 - 100	100	--	60 - 90
3/4"	19	50 - 80	60 - 90	70 - 100	100	--
3/8"	9.5	35 - 60	45 - 75	50 - 80	--	--
Nº 4	7.75	25 - 50	30 - 60	35 - 65	45 - 80	20 - 50
Nº 10	2	20 - 40	20 - 50	25 - 50	30 - 60	--
Nº 40	0.425	10 - 25	10 - 25	15 - 30	20 - 35	--
Nº 200	0.075	2 - 12	2 - 12	3 - 15	3 - 15	0 - 15

→ **Hormigón Asfáltico.** Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico procesado en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados serán fragmentos limpios, resistentes y duros, libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, así como de material mineral cubierto de arcilla u otro material inconveniente y estarán completamente secos.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Los agregados gruesos no deberán tener un desgaste mayor de 40% en la máquina de los Ángeles, cuando sean ensayados a la abrasión. La porción de los agregados que pasa el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor a 4. Dependiendo de la granulometría de los agregados, las mezclas asfálticas se clasifican en siete tipos, siendo el de Tipo A la mezcla asfáltica de mejor calidad, como se muestra en la Tabla 4.15. Se recomienda que para vías de tránsito pesado y muy pesado se empleen agregados tipo A, y también que el espesor de la capa que se requiera, según el uso que se le vaya a dar, esté basado según los valores de la Tabla 4.16, sugeridos por la AASHTO.

TABLA 4.15. CLASIFICACIÓN DEL HORMIGÓN ASFÁLTICO, MOP

Hormigón Asfáltico	Porcentaje que pasa en peso a través de los tamices						
	A	B	C	D	E	F	G
Tamiz							
38.1 mm	---	---	---	---	100	---	100
25.4 mm	---	---	100	100	75 - 100	100	70 - 100
19.0 mm	---	100	80 - 100	75 - 100	60 - 85	70 - 100	50 - 80
12.7 mm	100	80 - 100	---	---	---	---	---
9.5 mm	80 - 100	70 - 90	60 - 80	45 - 70	40 - 65	35 - 60	25 - 60
4.75 mm	55 - 75	50 - 70	48 - 65	30 - 50	30 - 50	15 - 35	10 - 30
2.38 mm	35 - 50	35 - 50	35 - 50	20 - 35	20 - 35	5 - 20	5 - 20
0.60 mm.	18 - 30	18 - 30	18 - 30	5 - 20	5 - 20	---	---
0.30 mm	13 - 23	13 - 23	13 - 23	3 - 12	3 - 12	---	---
0.15 mm.	8 - 16	8 - 16	7 - 15	2 - 8	2 - 8	---	---
0.075 mm	4 - 10	4 - 10	2 - 8	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 4
Tipo de Mezcla	<i>Cerradas (Densas)</i>			<i>SemiCerradas</i>		<i>Abiertas</i>	
Empleo	<i>Capas de Rodadura</i>			<i>Capas Intermedia y de Base</i>			

TABLA 4.16. ESPESORES DEL HORMIGÓN ASFÁLTICO SEGÚN SU USO, MOP

Capa	Espesor	Mezcla
Rodadura	3-5 cm	A, B
	>5 cm	B, C
Intermedia	6-9 cm	D, F
Base	9-15 cm	D, E, F, G

La AASHTO ha diseñado diferentes nomogramas para estimar el coeficiente estructural, a_i , en función de cada capa del pavimento usando como datos de entrada uno de cuatro resultados de ensayos diferentes de laboratorio, incluyendo el valor soporte del suelo y el módulo elástico (resiliente). En las Figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se muestran los nomogramas para hallar el coeficiente estructural de la sub-base granular, base granular y del concreto asfáltico, respectivamente. El valor del coeficiente estructural a_i que se determina mediante los nomogramas está expresado en pulgadas⁻¹, por lo que para transformarlo a centímetros⁻¹ se divide el valor para 2,54. En el presente estudio se utilizaron materiales para cada una de las capas del pavimento y que se encuentran dentro de las especificaciones técnicas correspondientes; en la Tabla 4.17 se muestran estas características de los materiales.

TABLA 4.17. MATERIALES A UTILIZAR EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO

Material	Clase	CBR %	MR psi
Hormigón Asfáltico	A		500,000
Base Granular	1	80	
Sub-Base Granular	1	30	

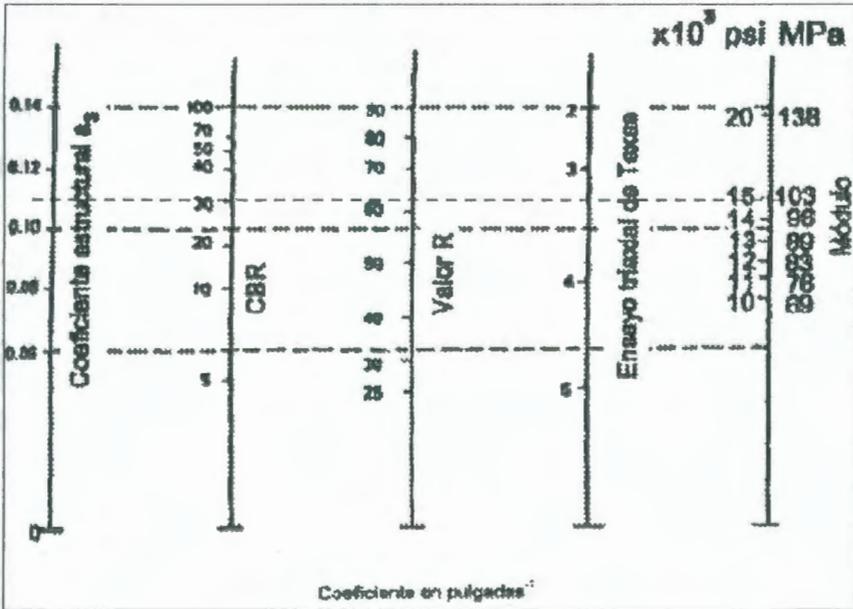


FIGURA 4.1. NOMOGRAMA PARA ESTIMAR EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_3 PARA SUB-BASE GRANULAR, AASHTO

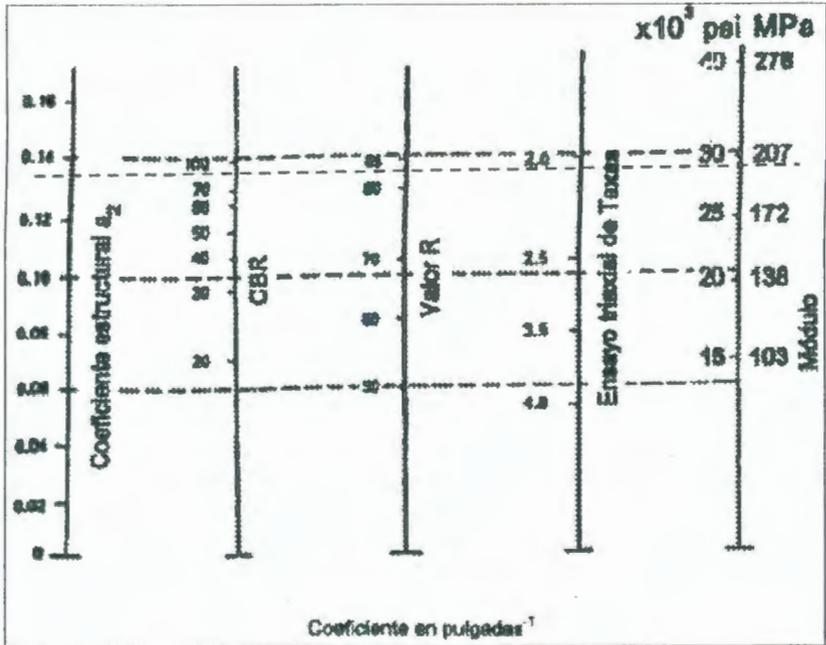


FIGURA 4.2. NOMOGRAMA PARA ESTIMAR EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_2 PARA BASE GRANULAR, AASHTO

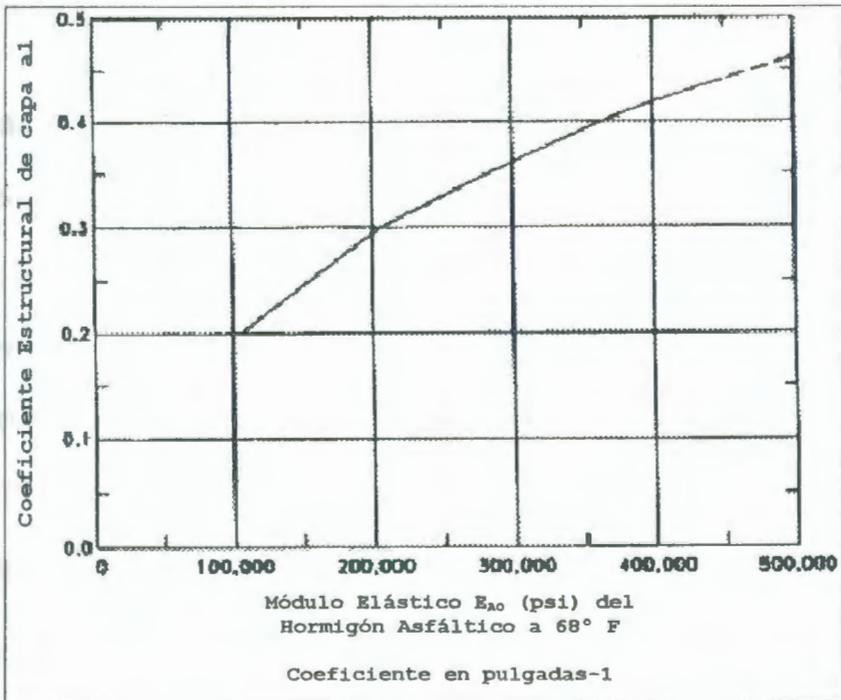


FIGURA 4.3. NOMOGRAMA PARA ESTIMAR EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_1 BASADO EN EL MÓDULO RESILIENTE DEL HORMIGON ASFÁLTICO AASHTO

Utilizando los nomogramas y las características de cada capa se estimaron los coeficientes estructurales a_1 , a_2 y a_3 y los módulos de resiliencia (M_R) correspondientes al hormigón asfáltico, base granular y sub-base granular, respectivamente, mostrados en la Tabla 4.18.

TABLA 4.18. COEFICIENTES ESTRUCTURALES a_i ESTIMADOS

Material	Coeficiente Estructural a_i		M_R psi
	in ⁻¹	cm ⁻¹	
1. Hormigón Asfáltico	0,46	0,181	500.000,00
2. Base Granular	0,124	0,049	26.000,00
3. Sub-Base Granular	0,11	0,043	15.000,00
4. Sub - Rasante			13.426,63



- g) **Diseño Estructural del pavimento.** Una vez conocidas las variables de diseño del método AASHTO, sólo queda por calcular el espesor de cada capa. Para esto se obtiene el número estructural (SN), el cual es un número adimensional que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido para una combinación dada de soporte del suelo (M_R), del tránsito total (W_{18}), de la confiabilidad (R), error estándar (S_0), de la serviciabilidad terminal (ΔPSI) y de las condiciones ambientales. La AASHTO elaboró una gráfica de diseño para obtener el número estructural a partir de los parámetros anteriormente mencionados que se puede observar en la Figura 4.4.

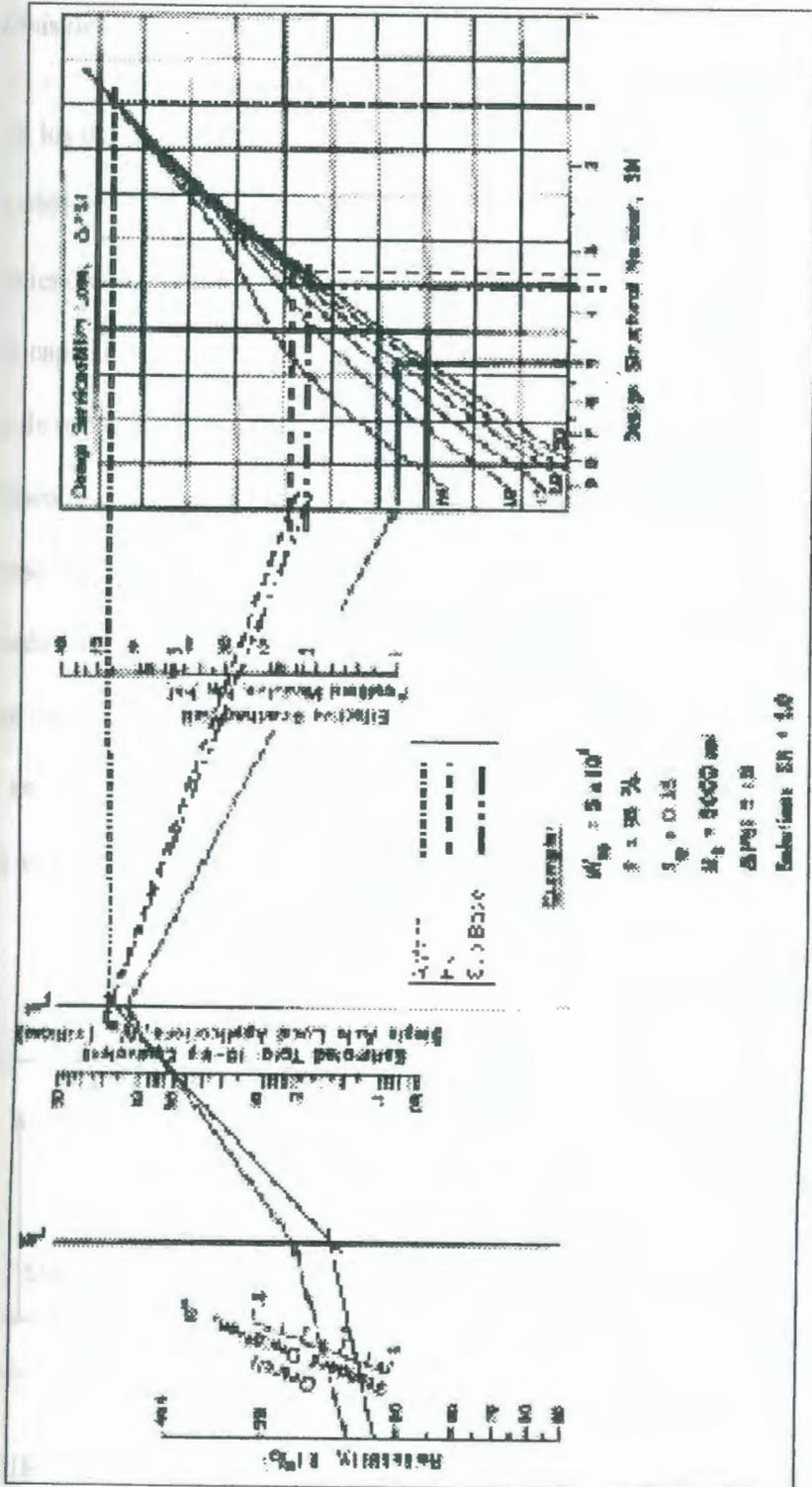


FIGURA 4.4. NOMOGRAMA PARA ESTIMAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES, AASHTO

Análisis del diseño estructural por capas

Con los datos mostrados en la Tabla 4.18 se puede entrar en la Figura 4.4 para obtener el número estructural (SN) de cada capa, pero conociendo que se obtiene el SN de la capa superior a partir del módulo de resiliencia (M_R) de la capa inferior, es decir, que para estimar el número estructural de la capa de rodadura se entra en la tabla con el M_R de la capa de base. Siendo el pavimento un sistema multicapa, la distribución de los espesores debe hacerse de acuerdo a la metodología mostrada en la Figura 4.5. Este procedimiento no debe aplicarse en la determinación del SN requerido sobre materiales de base o sub-base con módulo elástico superior a 40.000 psi, en tales casos, los espesores de las capas superiores se establecen en base a consideraciones prácticas sobre espesores mínimos y costos.

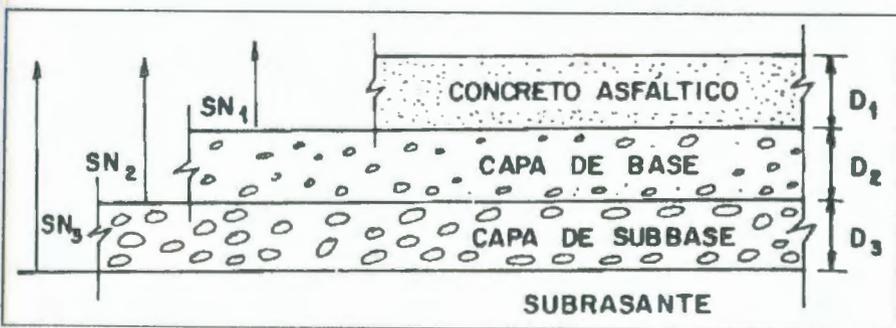


FIGURA 4.5. DETERMINACIÓN DE LOS ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO, AASHTO



Con ayuda de la Figura 4.5 se explicará la manera de encontrar el espesor de cada capa mediante aproximaciones.

1. Encontrar el SN requerido sobre la subrasante, la sub-base y la base entrando en el nomograma de la Figura 4.4 con los datos de diseño.
2. El método responde a la fórmula expresada en el Cuadro de Ecuación 4.8, expresión que no conduce a una única solución, sino que presenta muchas combinaciones técnicamente válidas.

$$\begin{aligned} SN &= a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 \\ SN &= SN_1 + SN_2 + SN_3 \end{aligned}$$

Cuadro de Ecuación 4.8

3. Como ya se conocen los coeficientes estructurales, se procede a determinar los espesores de cada capa. La carpeta de rodadura está asentada sobre la capa de base, por lo que el espesor de la carpeta de rodadura está en función del coeficiente estructural del concreto asfáltico (a_1) y del número estructural requerido sobre la base (SN_1), se obtiene un espesor inicial referencial mínimo D_1 . El valor real del espesor (D_1^*) a usarse para la carpeta de rodadura puede ser igual o mayor que D_1 . Una vez determinado el espesor D_1^* se procede a calcular el valor corregido del número estructural (SN_1^*), que deberá ser mayor o igual al SN_1 inicial, tal como se ve en el Cuadro de Ecuaciones 4.9.

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{SN_1}{a_1} \\ D_1^* &\geq \frac{SN_1}{a_1} \\ SN_1^* &= a_1 D_1^* \geq SN_1 \end{aligned}$$

Cuadro de Ecuaciones 4.9

4. Para estimar el espesor de la base, se necesita el coeficiente estructural respectivo (a_2) y el número estructural requerido sobre la sub-base (SN_2) que corresponde al volumen estructural que aportan la base granular y el concreto asfáltico. Conocido el valor de SN_1^* , el valor de número estructural de la base se obtiene de la diferencia entre el número estructural requerido sobre la sub-base (SN_2) y el número estructural corregido del hormigón asfáltico (SN_1^*). Del segundo término de la ecuación 4.8 se determina el espesor mínimo requerido de la capa de base (D_2), y luego se procede igual que con la capa de rodadura al estimar el espesor real (D_2^*) de la capa de base, como se ve en el Cuadro de Ecuaciones 4.10

$$\begin{aligned}
 SN(\text{Base}) &= SN_2 - SN_1^* \\
 D_2 &= \frac{SN(\text{Base})}{a_2 m_2} \\
 D_2^* &\geq D_2 \\
 SN_2^* &= a_2 D_2^* m_2 \\
 SN_1^* + SN_2^* &\geq SN_2
 \end{aligned}$$

Cuadro de Ecuaciones 4.10

5. En la determinación del espesor de la capa de sub-base se necesitan los datos del coeficiente estructural de la sub-base (a_3) y el número estructural requerido sobre la subrasante (SN_3), que corresponde al volumen estructural total del pavimento que aportan la capa de rodadura, la capa de base y la capa de sub-base. Se procede de la misma manera como en la determinación del espesor de la capa de base, como se puede ver en el Cuadro de Ecuaciones 4.11. Como pueden existir varias combinaciones de espesores, la AASHTO recomienda un espesor mínimo para la capa del hormigón asfáltico y base granular en función del número total de ejes, tales espesores están expresados en la Tabla 4.19. En todos los casos, se debe equilibrar el criterio técnico y el económico en la determinación final de los espesores.

Cuadro de Ecuaciones 4.11

$$SN(Sub - Base) = SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)$$

$$D_3 = \frac{SN(Sub - Base)}{a_3 m_3}$$

$$D_3^* \geq D_3$$

$$SN_3^* = a_3 D_3^* m_3$$

$$SN_1^* + SN_2^* + SN_3^* \geq SN_3$$

TABLA 4.19. ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS, AASHTO

Número de ESAL's (W18)	Carpeta Asfáltica cm	Base Granular cm
0 - 150.000	5	10
150.000 - 500.000	6,5	10
500.000 - 2.000.000	7,5	15
2.000.000 - 7.000.000	9	15
7.000.000 - +	10	15

Para el presente estudio se determinaron tentativamente los espesores para las capas de hormigón asfáltico, base granular y sub-base granular, que son: 16 centímetros, 20 centímetros y 30 centímetros, en su orden. En la Tabla 4.20 se muestran los datos de entrada en el diseño de pavimento flexible siguiendo el método AASHTO, para determinar espesores de las capas del pavimento.

**TABLA 4.20. DATOS DE ENTRADA EN EL DISEÑO DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE**

No. de ejes equivalentes, W_{18}	5,61E+06
Confiability, R (%)	93
Desviación Estándar, S_o	0.45
Serviciabilidad, ΔPSI	2.3
Módulo Elástico, M_R (psi)	
Capa Base	28.000,00
Capa Sub-Base	15.000,00
Capa Sub-Rasante	13.426,63

Con los datos de la Tabla 4.20, se sigue el paso 1 del Análisis del Diseño Estructural por Capas, al utilizar el nomograma de la Figura 4.4 para obtener el número estructural de cada capa, que se pueden observar en la Tabla 4.21.

TABLA 4.21. NÚMERO ESTRUCTURAL SN_i PARA CADA CAPA

Capa _i	SN_i Fig. 4.4
1. Rodadura	2,8
2. Base	3,5
3. Sub-Base	3,8

Con los números estructurales obtenidos, se procede al cálculo del espesor del pavimento, los resultados se muestran en la Tabla 4.22. En la tabla se puede observar que para la capa de sub-base aparece un valor negativo del número estructural y por consiguiente un valor negativo del espesor inicial. Este valor negativo quiere decir que no será necesaria una capa de sub-base ya que las capas superiores bastan para absorber los esfuerzos, pero por factor de seguridad se le proporciona un espesor.

TABLA 4.22. ESPESORES TENTATIVOS DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CALCULADOS POR EL MÉTODO AASHTO

Capa i	a_i cm^{-1}	m_i	SN		D_i cm	D_i^* cm	Ok	SN_i^*	Ok
			Total	Capa					
1 Rodadura	0,1811		2,8	2,8	15,46	16	✓	2,90	✓
2 Base	0,0512	1	3,5	0,60	11,77	20	✓	1,02	✓
3 Sub - Base	0,0433	1	3,8	-0,12	-2,81	20	✓	0,87	✓

Como se aprecia en la Tabla 4.22, los espesores de las capas del pavimento, aún cumpliendo técnicamente según el método AASHTO, no son convenientes para el proyecto en la parte económica. Por lo tanto es necesario reducir estos espesores, especialmente en la capa de rodadura, por lo que el criterio a seguir es el de mejorar la capacidad de soporte de las capas. Se decide entonces mejorar la subrasante con suelo granular o material rocoso cuya granulometría esté entre los 10 y 7 centímetros y con un espesor de 50 centímetros, obteniendo un CBR del 30%; también se utilizará una capa de base asfáltica que cumpla con los requisitos especificados en la Sección 404-5 del estudio MOP-001-F-2000. Con estos cambios realizados ya no será necesaria la capa de sub-base.

Se procederá al cálculo de los espesores del pavimento utilizando la Ecuación 4.6 para determinar el módulo elástico (MR) de la subrasante, la Figura 4.6 para determinar los datos de la Base Asfáltica y la Figura 4.3 para la Capa de Rodadura Asfáltica. En la Figura 4.6 se muestra el nomograma para estimar el coeficiente estructural (a_2) para capas de base asfálticas en pulgadas⁻¹ y el módulo elástico (MR) en libras por pulgada cuadrada, psi. En la Tabla 4.23 se muestran los datos a utilizar en el método AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles,

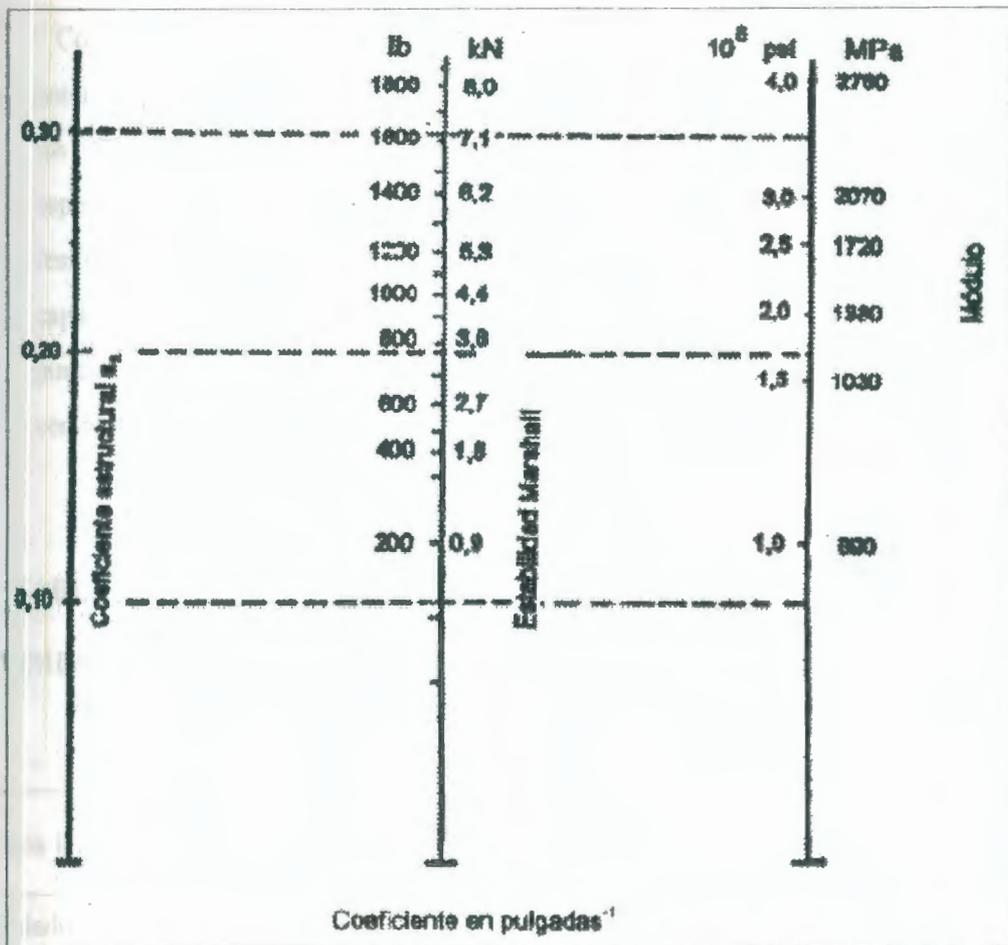


FIGURA 4.6. NOMOGRAMA PARA ESTIMAR EL COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_2 PARA BASE ASFÁLTICA, AASHTO

TABLA 4.23. DATOS ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Material	Coeficiente Estructural a_1		M_R psi
	in^{-1}	cm^{-1}	
1. Hormigón Asfáltico	0,46	0,181	500.000,00
2. Base Asfáltica	0,2	0,079	170.000,00
4. Sub - Rasante			14.954,58

Con los datos de la Tabla 4.23 se procede de la manera indicada anteriormente en el Análisis de Diseño Estructural por capas para obtener los números estructurales respectivos de cada capa (SN) y estimar el espesor de las capas del pavimento, con la variante que el valor del módulo resiliente de la subrasante ayudará a estimar el número estructural de la capa de base. Estos resultados se resumen en la Tabla 4.24, en donde se puede apreciar que el espesor la capa de rodadura quedaría en 10 centímetros y la capa de base en 22 centímetros.

TABLA 4.24. ESPESORES DEFINITIVOS DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CALCULADOS POR EL MÉTODO AASHTO

Capa i	a_i cm^{-1}	m_i	SN		D_i cm	D_i^* cm	Ok	SN_i^*	Ok
			Total	Capa					
1 Rodadura Asfáltica	0,1811		1,5	1,5	8,28	10	✓	1,81	✓
2 Base Asfáltica	0,0787	1	3,5	1,7	21,45	22	✓	1,73	✓

El diseño del pavimento queda definido de la siguiente manera:

- Capa de rodadura de hormigón asfáltico con espesor de 10 centímetros.
- Capa de base asfáltica con espesor de 22 centímetros.
- Subrasante mejorada con suelo granular con espesor de 50 centímetros, un CBR del 30%, límite líquido máximo de 25 y un índice plasticidad menor que 6.

lluvias en 300 metros a ambos lados del eje de la vía, dentro de la cual tiene los siguientes linderos notables:

- ♦ Al Norte: Avenida León Febres Cordero
- ♦ Al Sur: Estero Berlín
- ♦ Al Este: Avenida Carlos Hidalgo Villacís (Vía a Naranjito)
- ♦ Al Oeste: Vía Milagro – Virgen de Fátima (Km. 26)

El área de influencia detallada tiene una superficie aproximada de 215 hectáreas que servirá para calcular el volumen total de agua lluvia que la vía tendrá que evacuar. Inicialmente, siguiendo la topografía del terreno, las aguas lluvias se evacuarán hacia el estero Berlín. En la actualidad el Municipio de Milagro dispone del “Estudio de Rediseño y Ampliación del Alcantarillado Sanitario para la ciudad de Milagro”, con una cobertura de 1600 hectáreas, estudios facilitados para una mejor determinación de volúmenes de agua en la vía.

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (*INAMHI*) tiene implantado en el cantón Milagro una estación meteorológica con Latitud Sur 2°6'56" y Longitud Oeste 79°35'57", ubicada en el Ingenio Valdez (*M037*), de la cual se obtuvieron los datos que comprenden a las precipitaciones pluviales en la zona entre los años 1982 y 1999, con intensidades medias de 4,87 milímetros por hora y un promedio de precipitaciones anuales de 1.691 milímetros. Los datos anteriormente mencionados servirán para la

determinación de la ecuación pluviométrica característica para el Cantón Milagro, los valores de los últimos cinco años de la estación meteorológica no se encuentran debidamente tabulados y disponibles. En la Tabla 4.25 se muestran las precipitaciones anuales y máximas, así como también la temperatura de los años 1982 hasta 1999.

**TABLA 4.25. VALORES METEOROLÓGICOS E HIDROMÉTRICOS
DE LA ESTACIÓN MILAGRO, INAMHI**

Año	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)		
	Máxima	Mínima	Media	Anual	Máxima	Fecha
1982	30,7	21,4	26,1	967,1	86,0	15-Dic
1983	31,2	21,3	26,3	3835,2	137,1	8-Jun
1984	30,0	20,5	25,3	1307,1	111,6	21-Feb
1985	30,5	20,0	25,3	524,8	63,6	19-Mar
1986	29,4	20,8	25,1	1170,8	162,1	14-Ene
1987	30,5	22,2	26,4	2272,8	148,6	13-Feb
1988	30,0	21,6	25,8	1174,5	115,9	22-Abr
1989	29,4	21,1	25,3	1573,7	76,3	31-Ene
1990	30,1	21,6	25,9	793,2	103,2	5-Feb
1991	30,3	21,9	26,1	833,0	77,6	4-Feb
1992	29,9	22,1	26,0	2359,0	133,1	16-Abr
1993	30,0	21,9	26,0	1780,8	92,6	11-Feb
1994	29,5	21,6	25,6	1224,5	95,4	31-Ene
1995	30,4	22,2	26,3	819,1	119,4	6-Ene
1996	29,7	21,2	25,5	826,9	130,5	2-Mar
1997	30,8	23,2	27,0	3549,6	124,0	15-Mar
1998	30,4	22,7	26,6	4130,4	194,5	26-Feb
1999	30,1	21,6	25,9	1130,0	130,0	

Utilizando las precipitaciones máximas se logró estimar una ecuación pluviométrica característica de la zona que se muestra en el Cuadro de Ecuación 4.12, así también como las respectivas curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia, para lluvias con período de retorno entre 5, 10, 15 y 20 años que se presentan en la Figura 4.7.

$$i = \frac{28.85}{t^{0.25}}$$

Cuadro de Ecuación 4.12

En donde,

- ◆ *i*: Intensidad de la precipitación pluvial en milímetros por hora para la localidad de Milagro.
- ◆ *t*: Tiempo de duración de la precipitación expresado en minutos.

La metodología para obtener la ecuación pluviométrica y la construcción de la curva es la sugerida en la Sección 10.2 del Manual de Diseño de Vías del MOP, y se encuentra detallada en el Anexo H. Con la intensidad conocida se puede estimar el caudal que soportará la Avenida en el momento de una crecida y así saber el mecanismo a adoptar para evitar daños sobre la misma.

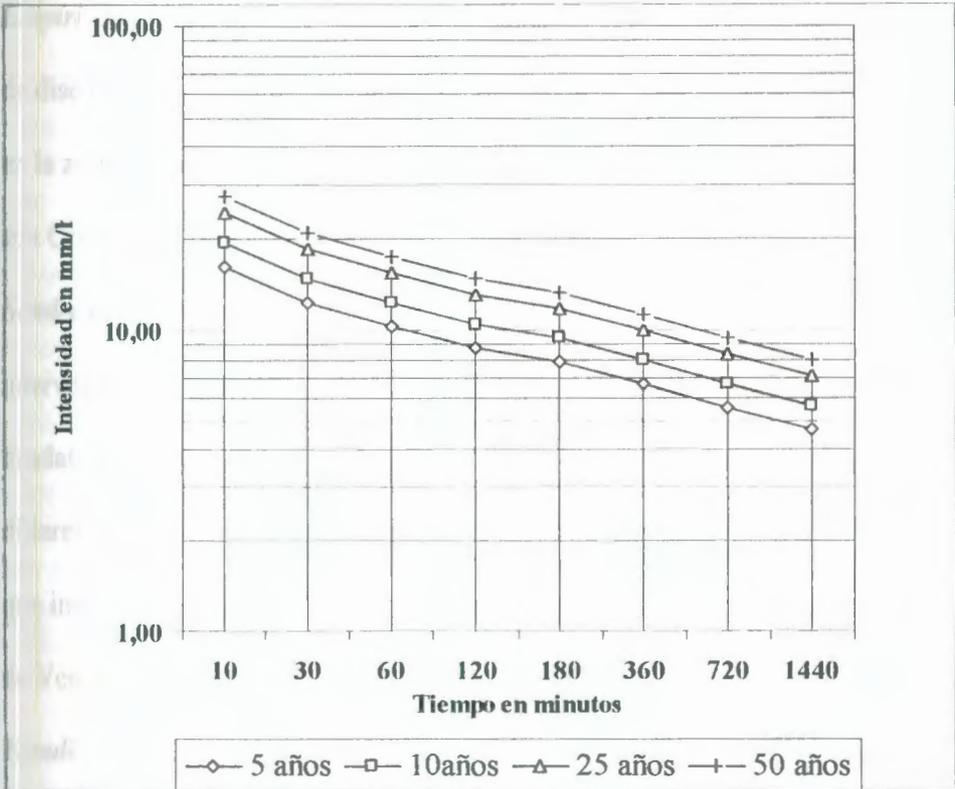


FIGURA 4.7. CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA PARA LA ZONA DE MILAGRO

4.1.8 DATOS HIDRÁULICOS

Con los datos hidrológicos de las intensidades de lluvia se puede estimar un caudal de diseño, el cual será el volumen de agua a evacuar rápidamente sin causar daños al pavimento ni alterar el tránsito vehicular. Existen varios métodos para estimar un caudal de diseño, estos pueden ser:

- a) **Empíricos.** Que se emplean para tener una idea preliminar sobre el caudal de diseño, o bien cuando no se conocen las características de la precipitación en la zona correspondiente a la cuenca en estudio. Los métodos más comunes son Creager y Lowry.
- b) **Semi-empíricos.** Estos métodos son similares a los anteriores, pero hacen intervenir a la intensidad de la lluvia en la relación funcional que define el caudal de diseño. Están basados en el conocimiento del ciclo hidrológico y difieren de otros en el mayor o menor detalle con que se toman los factores que intervienen en dicho ciclo. Los métodos más usados son el Racional y el de Ven Te Chow.
- c) **Estadísticos.** Son de gran utilidad en sitios en que se cuenta con un buen registro de caudales ocurridos. Se basan en suponer que los caudales máximos anuales aforados en una cuenca son muestra aleatoria de una población de caudales máximos. Difieren entre ellos en la forma de la función de distribución de probabilidades que suponen tiene la población.
- d) **Modelos matemáticos.** Existen actualmente una serie de modelos matemáticos de gran utilidad que requieren datos extensos y completos, los cuales son difíciles de obtener. No obstante, todas las limitaciones que puedan presentarse, se recomienda su utilización, debiendo tener cuidado de la información que se ingresa y de la interpretación de los resultados.



⇒ Máximo Caudal Probable

El máximo caudal probable se lo define como la máxima cantidad de agua que se espera que llegue a un lugar preciso (cuneta) producida por la precipitación pluvial de diseño. Esta precipitación es una intensidad seleccionada de lluvia expresada en milímetros por hora que tiende a suceder una vez cada 10 años, que es la utilizada para vías dentro del perímetro urbano. Para áreas de drenaje pequeñas que son menores de 400 Ha. en terreno plano se utiliza el Método Racional para determinar el caudal máximo utilizando la ecuación mostrada en el Cuadro de Ecuación 4.13.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$



Cuadro de Ecuación 4.13

**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

En donde,

- ◆ Q: Máximo caudal probable en metros cúbicos por segundo.
- ◆ C: Coeficiente de escorrentía expresado como un porcentaje del total de agua que cae sobre un área.
- ◆ I: Intensidad de precipitación expresada en milímetros por hora para una frecuencia específica de lluvia.
- ◆ A: Área de drenaje expresado en hectáreas.

El coeficiente de escorrentía (C) es un factor que representa la proporción de la cantidad total de agua caída sobre el área que queda como escurrimiento. El valor a utilizar para el diseño de la Avenida Jaime Roldós es el de 0,75 asumiendo que el área a drenar está compuesta por pavimento de hormigón asfáltico y zonas residenciales. En la Tabla 4.26 se muestran los valores del coeficiente de escorrentía para distintas áreas de drenaje que se utilizarán en la ecuación racional.

TABLA 4.26. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA PARA UTILIZAR DENTRO DE LA ECUACIÓN RACIONAL, MOP

N°	Tipo de área de drenaje o superficie	Coeficiente de Escorrentía "C"	
		Mínimo	Máximo
1	Pavimentos de hormigón y hormigón asfáltico	0,75	0,95
2	Zonas comerciales en área urbanizada	0,60	0,80
3	Zonas residenciales densamente pobladas	0,50	0,70
4	Áreas de residencia normal	0,35	0,60
5	Áreas rurales, parques, canchas deportivas en césped	0,15	0,30
6	Suelo arenoso, cultivado o con escasa vegetación	0,15	0,30
7	Suelo arenoso, bosques o matorrales espesos	0,15	0,30
8	Grava, ninguna o escasa vegetación	0,20	0,40
9	Grava, bosques o matorrales espesos	0,15	0,35
10	Suelo arcilloso, ninguna o escasa vegetación	0,35	0,75
11	Suelo arcilloso, bosques o vegetación abundante	0,25	0,60

La intensidad (I) se la determina mediante las curvas de precipitación que se presentan en la Figura 4.7, la frecuencia de lluvias que se utiliza para zonas urbanas es de 10 años, para autopistas, 50 años y vías principales, 25 años. El

tiempo de concentración (t_c), que es el intervalo de tiempo necesario para que el agua de la parte más remota del área de drenaje llegue al punto considerado, se lo puede obtener de la Tabla 4.27, que estima el tiempo de concentración en función de la topografía de la zona.

TABLA 4.27. TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN T_c

Terreno	Tiempo de Concentración, t_c minutos
Topografía normal	15
Pendiente moderada	10
Pendiente fuerte	5

El caudal máximo probable que soportará la Avenida Jaime Roldós será de 7,35 metros cúbicos por segundo, caudal obtenido utilizando la ecuación 4.13 y los datos del coeficiente de escorrentía, intensidad de la precipitación y el área a drenar, que se muestran resumidos en la Tabla 4.28 y en el Cuadro de Ecuación 4.14.

TABLA 4.28. DATOS PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO PROBABLE, Q

Coeficiente de escorrentía, C	0,7	%
Tiempo de concentración, T_c	15	min
Frecuencia de lluvias	10	años
Intensidad de lluvia, I	17,59	mm/h
Área a drenar, A	215	Ha.
Caudal máximo probable, Q	7,354	m^3/seg

En la que:

♦ Q: Gasto hidráulico en metros cúbicos por segundo.

La capacidad hidráulica de una obra de drenaje en un lugar específico deberá ser igual o mayor que el máximo caudal probable para ese sitio.

♦ A: Área efectiva en metros cuadrados de la obra de drenaje.

Por área efectiva se entiende el área de la sección transversal de la estructura que puede ser utilizada para conducir el agua. No es conveniente que toda el área de la sección transversal del elemento de drenaje sea utilizada para conducir el agua.

♦ V: La velocidad del agua en metros por segundo.

La velocidad se determinará por medio de la ecuación de Manning expresada en el cuadro de Ecuación 4.16

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Cuadro de Ecuación 4.16

En donde:

♦ V: Velocidad en metros por segundo.

- ◆ R: El radio hidráulico que es igual al área efectiva (A) dividida por el perímetro mojado (P.M.)*, como se expresa en el Cuadro de Ecuación 4.17.

$$R = \frac{A}{P.M.}$$

Cuadro de Ecuación 4.17

**El perímetro mojado es la longitud de la sección transversal del drenaje que se halla mojada por el agua.*

- ◆ S: La pendiente del canal de la estructura de drenaje expresada en metros por metro.
- ◆ n: Coeficiente de rugosidad, que se halla indicado en la Tabla 4.29

La estructura de drenaje utilizado en la Avenida es la Sección Tipo B2 de Bordillo-Cuneta recomendada por el MOP para vías dentro del perímetro urbano, la cual tiene la capacidad de llevar un caudal igual al máximo caudal posible que se determinó en la ecuación 4.14. En la Figura 4.8 se muestra la sección tipo con sus medidas.

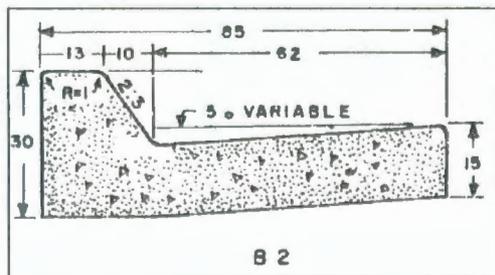


FIGURA 4.8. SECCIÓN TIPO DE BORDILLO-CUNETETA, MOP

TABLA 4.29. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD n , MANNING

Coeficiente de Rugosidad	
Descripción	n
Tubos de Hormigón	0,012
Tubos de metal corrugado o tubos en arco:	
a) simple o revestido	0,024
b) solera pavimentada	0,019
Tubos de arcilla vitrificada	0,012
Tubo de hierro fundido	0,013
Alcantarilla de ladrillo	0,015
Pavimento asfáltico	0,015
Pavimento de hormigón	0,014
Parterre de césped	0,05
Tierra	0,02
Roca	0,02
Grava	0,035
Áreas cultivadas	0,03 - 0,05
Matorrales espesos	0,07 - 0,14
Bosques espesos, poca maleza	0,10 - 0,15
Cursos de agua	
a) algo de hierba y maleza, poco o nada de matorrales	0,03 - 0,035
b) maleza densa	0,035 - 0,05
c) algo de maleza, matorrales espesos a los costados	0,05 - 0,07

Nota: Al considerar cada factor se empleará un criterio más estricto si se considera que cualquier condición que cause turbulencia y retarde el flujo conduce a un mayor valor de " n ".



BIBLIOTECA FIC1
ESPOL

4.2 INTERSECCIONES A NIVEL

Se llama intersección al área en donde dos o más vías terrestres se unen o cruzan; cuando estas suceden sin la necesidad de un cambio extraordinario de elevaciones en el área, se dicen que son a nivel. En el proyecto de una vía es necesario considerar las intersecciones o cruces que se dan en toda su longitud; una vez identificadas, se analizan la incidencia en el nivel de servicio de la vía y así se localizan las intersecciones más críticas, a las cuales se les dará algún tipo de solución, las demás intersecciones se pueden manejar en forma sencilla. En la Avenida Jaime Roldós se localizaron situaciones críticas en las intersecciones con las vías a Naranjito y a Virgen de Fátima (Km. 26), y en la abscisa 1+640 que representa un encuentro (entronque) de vías alternas.

El proyecto de las intersecciones a nivel aquí mostrado, aún cuando las soluciones propuestas son valederas, se lo realizó de una manera general, es decir, la determinación total de los conflictos de una intersección, el diseño geométrico de cada medida de control adoptada y el estudio de factibilidad final, son temas que corresponden al conocimiento de una Ingeniería de Tránsito especializada, siendo el proyecto de la intersección, tema para una tesis de investigación.

4.2.1 CONSIDERACIONES GENERALES Y TIPOS DE INTERSECCIONES

La Avenida Jaime Roldós se encuentra ubicada en una zona donde los asentamientos organizados están en aumento y crean accesos de la Avenida hacia calles, contándose 32 intersecciones locales, excluyendo las dos intersecciones con las vías concesionadas hacia Virgen de Fátima y Naranjito. En el diseño de la vía se encuentran consideradas las intersecciones para reducir al mínimo los conflictos o problemas viales que se puedan originar, en algunos de los casos se solucionó con un control de accesos adecuado, en otros, con soluciones más elaboradas.

Los factores que determinan el tipo, el tamaño y las características de una intersección son:

- ⊙ El tránsito.
- ⊙ Las características físicas.
- ⊙ Los factores económicos.
- ⊙ Los factores humanos.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

- ⊙ *El tránsito*, los factores a tomar en cuenta son: las capacidades expresadas en niveles de servicio y los movimientos de giro, el tamaño y las características de operación de los vehículos, el control de movimiento en los puntos de intersección, las velocidades de recorrido de los vehículos, el movimiento de los peatones, las operaciones de tránsito y el registro de accidentes.

- ⊙ *Características Físicas*, las principales son: la topografía, las mejoras a introducirse y los requerimientos físicos en relación a las características de la vía y la canalización del tránsito.
- ⊙ *Factores económicos*, los más importantes y determinantes son: el costo de las mejoras y el impacto económico en la operación de los negocios de los usuarios en el caso de que haya restricciones de determinados movimientos vehiculares en la zona de la intersección.
- ⊙ *Factores humanos*, debe considerarse los factores tales como: las costumbres de manejo, la capacidad de los conductores para tomar decisiones, el impacto de la sorpresa, el tiempo de decisión y de reacción, y la trayectoria de los movimientos.

Las intersecciones pueden ser de dos tipos: las normales y las canalizadas. Las normales están diseñadas con las normas mínimas, aconsejables para intersecciones con bajos movimientos de tránsito y se aplica tanto a vías de dos carriles como a la de varios carriles. Las canalizadas son previstas para lugares con volúmenes de tránsito altos y los movimientos sean complejos, su diseño se lo realiza con normas mejores a las mínimas. En la Figura 4.9 se muestran algunos tipos generales de intersecciones recomendadas por la AASHTO

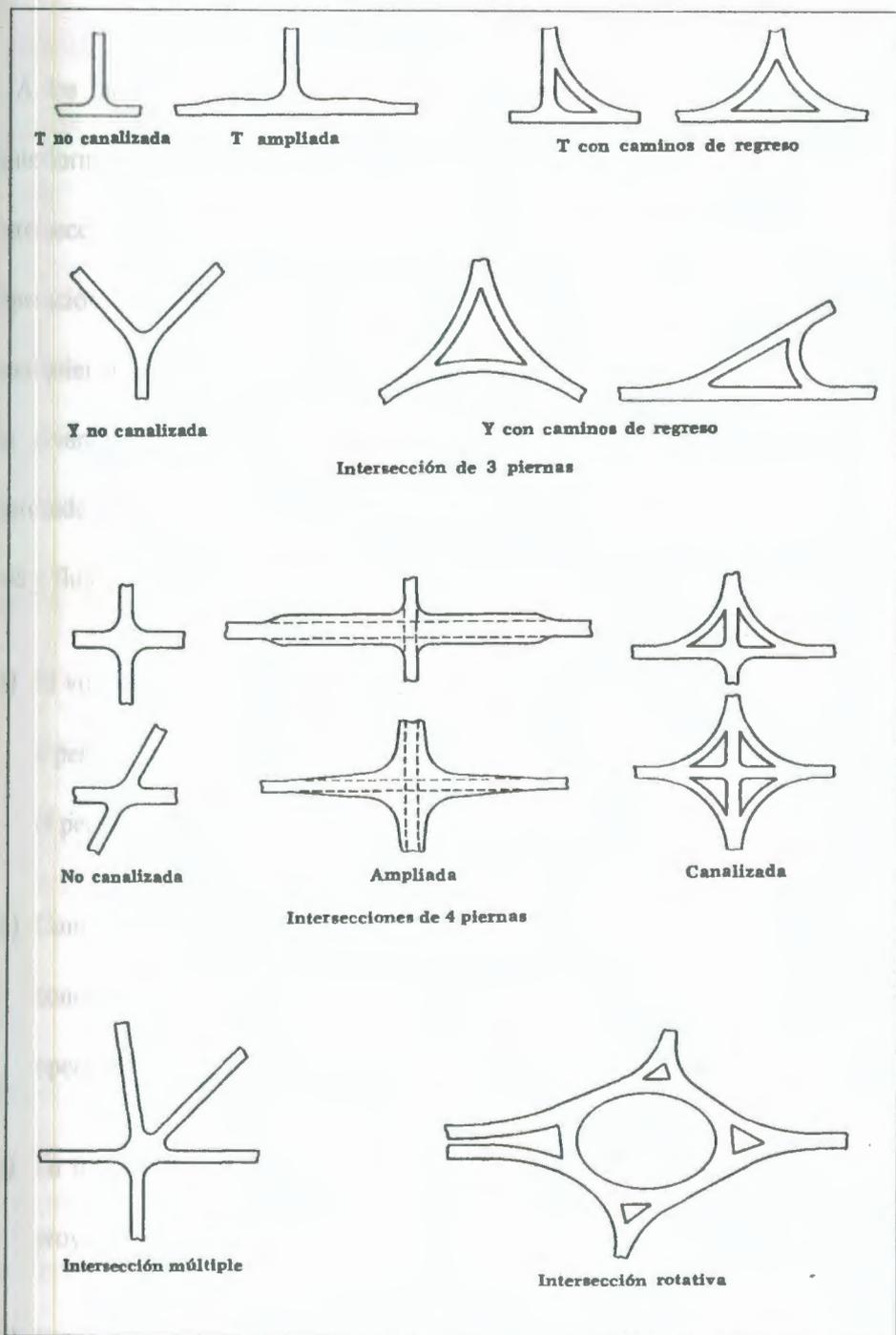


FIGURA 4.9. TIPOS DE INTERSECCIONES A NIVEL, AASHTO

4.2.2 DATOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO

A los factores que inciden en el diseño de las intersecciones mencionados anteriormente, se le añade la consideración de los antecedentes de la intersección, tales como saber si la intersección va a ser creada o ya está en operación, si existe algún dispositivo de control de tránsito anterior o no, y cualquier información que ayude al diseño eficiente de la misma. En el caso de la Avenida Jaime Roldós se obtuvieron datos referentes al tránsito, los antecedentes y características topográficas del lugar, controles en el derecho de vía y flujo de peatones en la zona, estos son:

- a) El volumen diario de vehículos esperado en las intersecciones está entre alto a pesado, mayor en época de zafra, y se considera que la vía está ubicada en el perímetro urbano alejada del centro comercial de la ciudad.
- b) Como la Avenida Jaime Roldós tiene sus puntos inicial y final en vías concesionadas por el H. Consejo Provincial, el área para el acceso y la operación en la intersección será amplia y satisfactoria en el proyecto.
- c) La topografía en las intersecciones no representa un problema más en el proyecto, antes bien, favorece en las distancias de visibilidad.
- d) Las intersecciones estarán diseñadas para permitir un flujo normal y seguro de vehículos en ambas direcciones.
- e) Los habitantes de la zona se movilizan más en buses urbanos, bicicletas y motos, lo que no representa problemas mayores. La presencia de dos centros

educativos generará un aumento del tránsito en las horas de entrada y salida de los estudiantes, por lo que se recomendará la construcción de pasos peatonales y paraderos de buses para evitar una disminución de la capacidad de la vía.

- f) La vía en estudio, por el hecho de encontrarse en un estado de operación limitada por el período de invierno, tiene en su recorrido un sinnúmero de accesos hacia ella desde vías secundarias artesanales, que se controlará con guarniciones, dispositivos y señales de tránsito.
- g) Proyectándose hacia futuro, realizando un control de accesos en la vía, se determinaron intersecciones notables a ser diseñadas, estas son: la intersección con la Vía a Virgen de Fátima en la abscisa 0+000; la intersección en la abscisa 1+640; y, la intersección con la Vía a Naranjito en la abscisa 3+050.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

4.2.3 PRINCIPIOS SOBRE CANALIZACIÓN DEL TRÁNSITO

El término de canalización define al encauzamiento artificial, intencional y predeterminado de la corriente del tránsito para disminuir y/o evitar conflictos en una o más vías. Sobre los principios y técnicas de canalización se dará una descripción de forma generalizada y breve. Los dispositivos de canalización se incluyen como parte integrante de cualquier nuevo cruce o enlace, ofrecen un medio útil y relativamente barato para corregir algunas de las deficiencias de los

caminos y calles existentes. Entre los propósitos más importantes de la canalización se encuentran los siguientes:

- i. Los vehículos pueden limitarse a trayectorias definidas, haciendo más fácil la predicción de maniobras por parte de los conductores y peatones.
- ii. El ángulo entre las corrientes limitadas del tránsito puede hacerse más favorable. Cuando dos carros se encuentran en ángulo obtuso, casi de frente, el impacto en una colisión es mayor, disipándose la totalidad de la energía cinética en todo el vehículo, produciendo daños serios. Por tal motivo se trata que los ángulos de las intersecciones sean entre 75 y 90 grados. En la Figura 4.10 (a) se muestra la diferencia entre un cruce en ángulo obtuso (líneas punteadas) y uno en ángulo agudo.
- iii. Los conductores pueden ser forzados a mezclarse en las corrientes móviles de tránsito en ángulos agudos y a velocidades apropiadas, sin afectar mayormente a la capacidad de la arteria principal, como se puede ver en la Figura 4.10 (b).
- iv. Se puede establecer un control de la velocidad con respecto a los vehículos que entran en la intersección. Un método para lograr esto es desviar la corriente del tránsito, figura 4.10 (c). Otro método es canalizar los vehículos hacia una abertura que se estrecha, figura 4.10 (d). Esto ocasiona que los conductores se sientan aprisionados y reaccionen reduciendo su velocidad; la canalización en embudo también es efectiva para evitar los rebases.
- v. Mediante la canalización, pueden evitarse las vueltas prohibidas, figura 4.10 (e).

- vi. Puede proporcionarse un refugio para dar vuelta o para que los vehículos crucen y también para los peatones, figura 4.10 (f).
- vii. Se pueden separar los puntos de conflicto, de tal forma que se reduzcan las decisiones por tomar del conductor.
- viii. Los dispositivos de canalización proporcionan lugares protegidos para los dispositivos esenciales del control de tránsito, tales como señales de parada y dirección.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

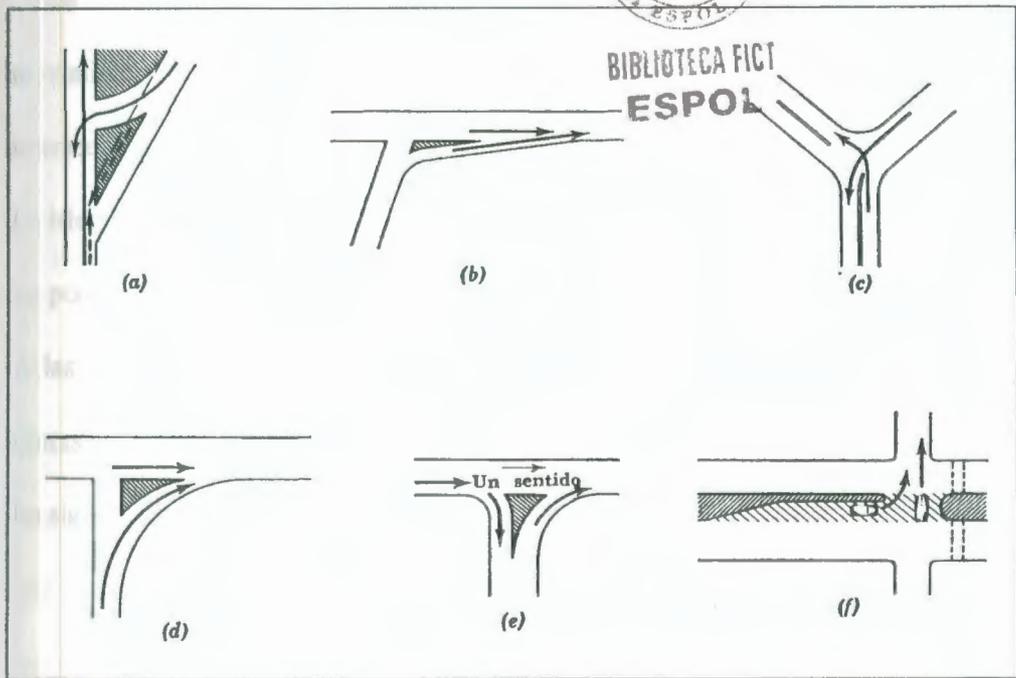


FIGURA 4.10. TÉCNICAS DE CANALIZACIÓN EN INTERSECCIONES

En la Avenida Jaime Roldós, después de un análisis en las intersecciones, el diseño de las mismas será mediante técnicas de canalización elaboradas que

funcionen eficientemente para volúmenes intermedios y altos de tránsito sin el uso de los dispositivos electrónicos de control de tránsito, para brindar mayor seguridad al proyecto. Las soluciones planteadas fueron mediante el uso de isletas e intersecciones rotativas, por considerarlas apropiadas para cubrir los requerimientos viales.

⇒ **Isletas**

Una isleta es un área definida entre carriles de tránsito para controlar el movimiento de los vehículos o para refugio de peatones. Dentro de una intersección, se considera como una isleta a la faja separadora central o lateral. La isleta no tiene un único tipo físico, puede variar desde un área delimitada o no por guarniciones verticales hasta un área pavimentada marcada con pintura. A las intersecciones en las cuales el tránsito sigue trayectorias definidas por isletas se las llaman *intersecciones canalizadas*. Las isletas tienen una o más de las siguientes finalidades:

- Separación de los conflictos.
- Control del ángulo de los conflictos.
- Reducción de las áreas pavimentadas.
- Canalización del tránsito evitando movimientos erráticos en la intersección.
- Disposición para favorecer los movimientos predominantes.
- Protección para peatones.

- Protección y almacenamiento de vehículos que vayan a girar o cruzar.
- Ubicación de dispositivos para el control del tránsito.

Las isletas según su función se las clasifica de la siguiente manera:

- ✓ **Canalizadoras**, son las que tienen por objeto encauzar el tránsito en la dirección adecuada, principalmente para dar vuelta.
- ✓ **Separadoras**, son las que se encuentran situadas longitudinalmente a una vía de circulación y separan el tránsito que circula en el mismo sentido o en sentidos opuestos.
- ✓ **De refugio**, son áreas para el servicio y seguridad de los peatones.

⇒ **Intersecciones rotativas**

Una intersección rotativa es aquella en la cual todo el tránsito se mezcla hacia adentro y sale a partir de un camino de una vía, alrededor de una glorieta central, como se puede ver en la parte inferior derecha de la Figura 4.9. Actualmente, este tipo de intersecciones no es muy utilizado por el gran espacio físico que requiere; pero, para el diseño en la Avenida Jaime Roldós, se adaptó un modelo de intersección rotativa acorde a la necesidad de la zona, aprovechando la ventaja que tiene este tipo de intersecciones de proveer una circulación continua y uniforme de vehículos, disminuir las maniobras de cruce y brindar un aspecto paisajístico agradable al usuario. Las intersecciones de este tipo tienen la facilidad de albergar un volumen creciente de tránsito sin causar una



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

considerable disminución en la capacidad de la vía. La adaptación realizada fue en una intersección de tres ramales, donde se puede fácilmente diseñar una canalización altamente elaborada, pero aumentando la toma de decisiones para el conductor; con la intersección rotativa el diseño resultó más sencillo y por consiguiente, se brinda mayor seguridad al usuario.

4.2.4 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE INTERSECCIONES

Como se mencionó al inicio del capítulo, el proyecto de una intersección requiere de una Ingeniería de Tránsito total, en la cual, en base a datos más específicos, se puede determinar el diseño más favorable para la intersección, esto incluye la determinación real de la capacidad, el volumen diario de vehículos, número máximos de vehículos por hora y por señal de tránsito, área de influencia, densidad de la población, tasas de crecimiento anuales, características ambientales, costos estimativos de cada alternativa y en fin, una serie de variables que inciden en el diseño.

Las intersecciones, en el presente proyecto, son diseñadas en base a normas mínimas, volúmenes estimativos de tránsito, optimización de recursos, antecedentes de la zona y la adaptación de intersecciones tipo, siempre apeguándose a las disposiciones vigentes hechas por el MOP. El procedimiento recomendado para el diseño de las intersecciones es el siguiente:

- * Estudio de la ruta de la vía, determinando el número total de accesos a la misma.
- * Analizar el control de accesos en la vía, disminuyendo el número de conflictos que se podrían ocasionar.
- * Separación de las áreas de influencia en las intersecciones a diseñar.
- * Determinar el grado de conflictos, contabilizando todos los posibles movimientos que un conductor puede realizar en la intersección.
- * Aplicar dispositivos de control de tránsito para disminuir el grado de conflictos.
- * Plantear las alternativas de intersecciones, desde la más sencilla a la más elaborada, estimando un volumen de tránsito por encima del esperado.
- * Determinar los conflictos que se producirían en horas de demanda máxima utilizando las alternativas propuestas.
- * Realizar un análisis de costos y beneficios.
- * Escoger la alternativa más conveniente para el diseño.
- * Integrar la alternativa escogida con el diseño de la vía y con el paisaje.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

4.2.5 NORMAS DE DISEÑO PARA LA CANALIZACIÓN DEL TRÁNSITO

Las normas de diseño para la canalización de tránsito utilizadas corresponden a los elementos de diseño establecidos en las "Normas de Diseño Geométrico" publicado por el MOP. De manera general, se utilizaron normas cercanas a las mínimas en los elementos más característicos de la intersección, estos se

encuentran tabulados en la Tabla 4.30 y son tomados como referenciales y válidos a la hora de realizar el proyecto

TABLA 4.30. NORMAS MÍNIMAS EN LAS INTERSECCIONES, MOP

Alineamiento y Perfil dentro de la intersección	Recto y Plano
Distancia de Visibilidad (m) para una velocidad de diseño de 60 Km/h	60
Velocidad de giro (Km/h)	40
Radio mínimo de curvatura (m)	40
Ancho de carril de giro (m)	4
Largo de carril de cambio de velocidad (m)	30
Dispositivos de control instalados	Dentro de las isletas
Transición en carril de cambio de velocidad	Parabólica
Desplazamiento de isletas de la vía principal (m)	1
Radios en isletas (m)	0,5

4.2.6 PROPUESTAS DE INTERSECCIONES TIPO

Se denomina intersecciones tipo a aquellas que se encuentran predeterminadas en sus dimensiones en función de los estudios y análisis respectivos a los cuales se hizo mención anteriormente. En la Avenida Jaime Roldós se ha propuesto el diseño de tres intersecciones a lo largo de su eje, siguiendo las normas y procedimientos descritos.

Brevemente se describirá la situación de cada intersección, la determinación y el análisis de los conflictos, las medidas tomadas y los dispositivos de control de tránsito empleados.

⇒ Intersección N° 1

Abscisa	0 + 000
Ramas de la intersección	4
Nombre de las ramas	Vía Virgen de Fátima - Milagro Avenida Jaime Roldós Calle N/N
Vía principal	Virgen de Fátima (Km. 26) – Milagro
Número de carriles vía principal	Cuatro, dos por sentido
Ancho vía principal	20 metros
Vías Secundarias	Avenida Jaime Roldós (J.R), Calle N/N (CN)
Número de carriles vías secundarias	Cuatro, dos por sentido (J.R) Dos (CN)
Ancho vías secundarias	20 metros (J.R) 10 metros (CN)
Tránsito esperado	De mediano a alto.
Diseño propuesto	<p>Vía Principal: Parterres Centrales de 3,65 metros de ancho y 8,95 metros de ancho. Giros en U permitidos a 20 metros de la intersección. Carril auxiliar para giro a la derecha a 60 metros de la intersección. Se permite el ingreso a las vías secundarias en ambos sentidos de la vía principal.</p> <p>Vía Secundaria (J.R): Se permite el giro en U a 20 metros de la intersección. Se adiciona un carril auxiliar para giros a la derecha. Posee completo acceso a la vía</p>

	<p>principal. Parterre central de acuerdo a la sección tipo utilizada.</p> <p>Vía Secundaria (CN): Un sentido sin acceso a la vía principal.</p>
Intersección Tipo	<p>Principalmente por canalización.</p> <p>Figura 4.11</p>

⇒ **Intersección N° 2**

Abscisa	1 + 633.90
Ramas de la intersección	8
Nombre de las ramas	Avenida Jaime Roldós Calle IN1, Calle IN2, Calle IN3, Calle IN4, Calle IN5, Calle IN6, Calle IN7, Calle IN8
Vía principal	Avenida Jaime Roldós
Número de carriles vía principal	Cuatro, dos por sentido
Ancho vía principal	20 metros
Vías Secundarias	Calles IN
Número de carriles vías secundarias	Dos
Ancho vías secundarias	13 metros (IN6) 10 metros (IN4) 6 - 8 metros (IN restantes)
Tránsito esperado	Mediano a alto.
Diseño propuesto	Vía Principal: Parterre central compuesta con la sección tipo y una glorieta adaptada al lugar, con ancho variable entre 9 a 19

⇒ Intersección N° 3

Abscisa	3+050
Ramas de la intersección	3
Nombre de las ramas	Vía Naranjito – Milagro (2) Avenida Jaime Roldós
Vía principal	Vía Naranjito – Milagro
No. de carriles vía principal	Cuatro, dos por sentido
Ancho vía principal	20 metros
Vía Secundaria	Avenida Jaime Roldós
No. de carriles vía secundaria	Cuatro, dos por sentido
Ancho vías secundarias	20 metros (J.R)
Tránsito esperado	Intermedio a alto
Diseño propuesto	<p>Vía Principal: Es una vía con un ancho de 15 metros ensanchándose a 25 metros en la intersección. Se adiciona un carril auxiliar en los giros a la derecha y en el área de maniobra. Posee un acceso total a la vía secundaria, controlados por dispositivos de canalización como lo son los parterres de protección e isletas rotativas.</p> <p>Vía Secundaria (J.R): Con cuatro carriles, dos por sentidos, la incorporación al tránsito de la vía principal se lo realiza mediante la canalización. Posee carriles auxiliares para giros a la derecha. El giro en U se lo permite a 60 metros de la intersección.</p>
Intersección Tipo	Figura 4.13

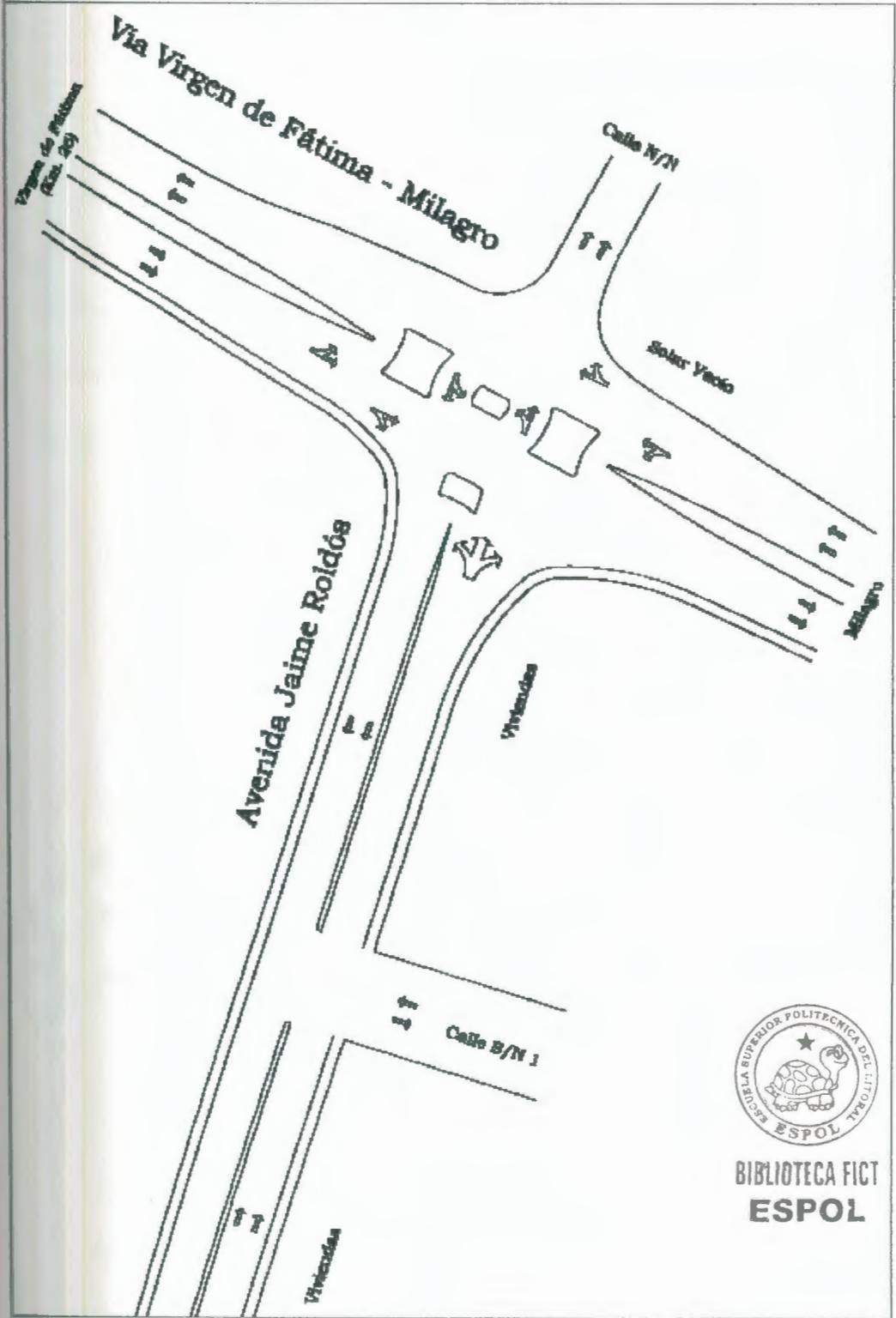


FIGURA 4.11. DISEÑO DE INTERSECCIÓN TIPO N° 1

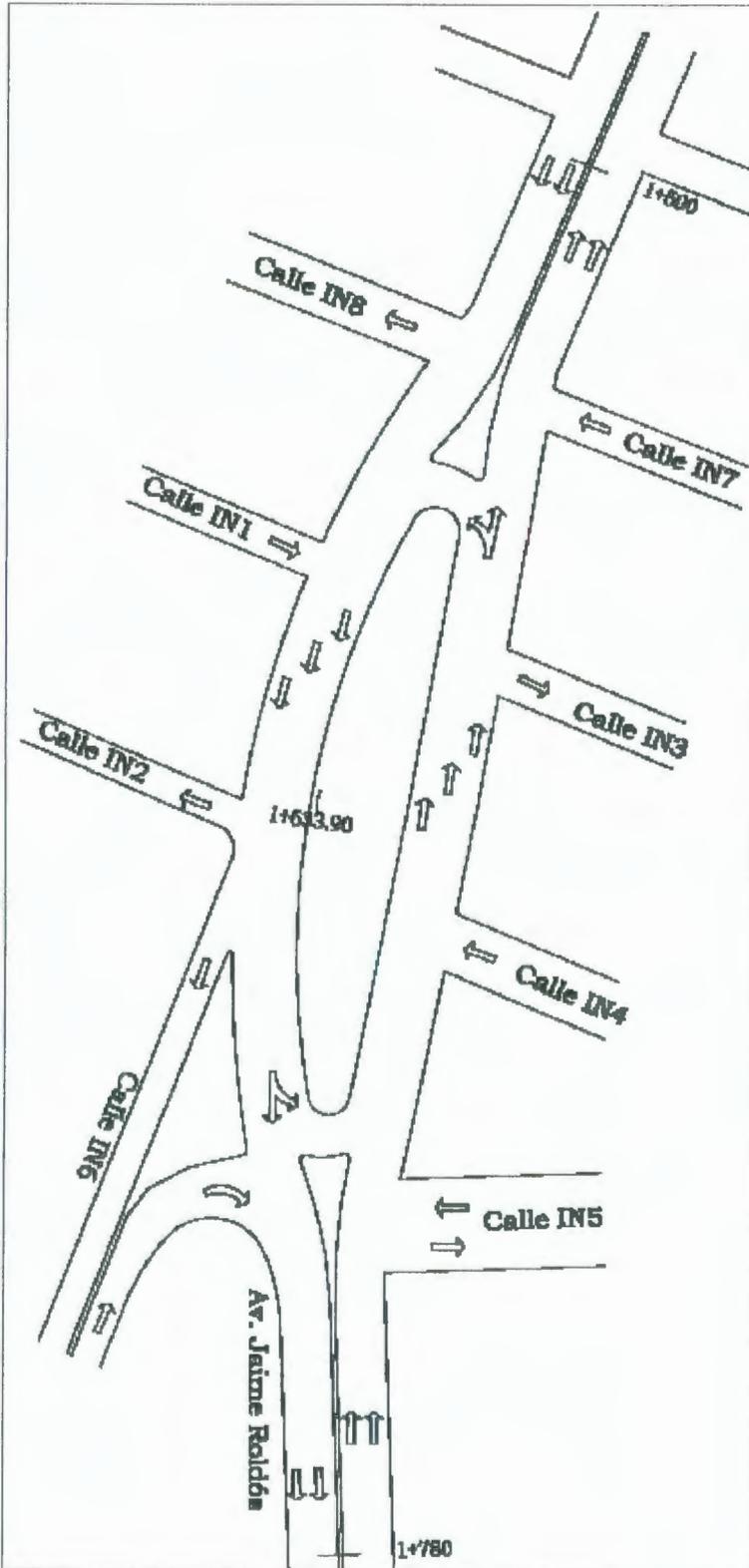


FIGURA 4.12. DISEÑO DE INTERSECCIÓN TIPO N° 2

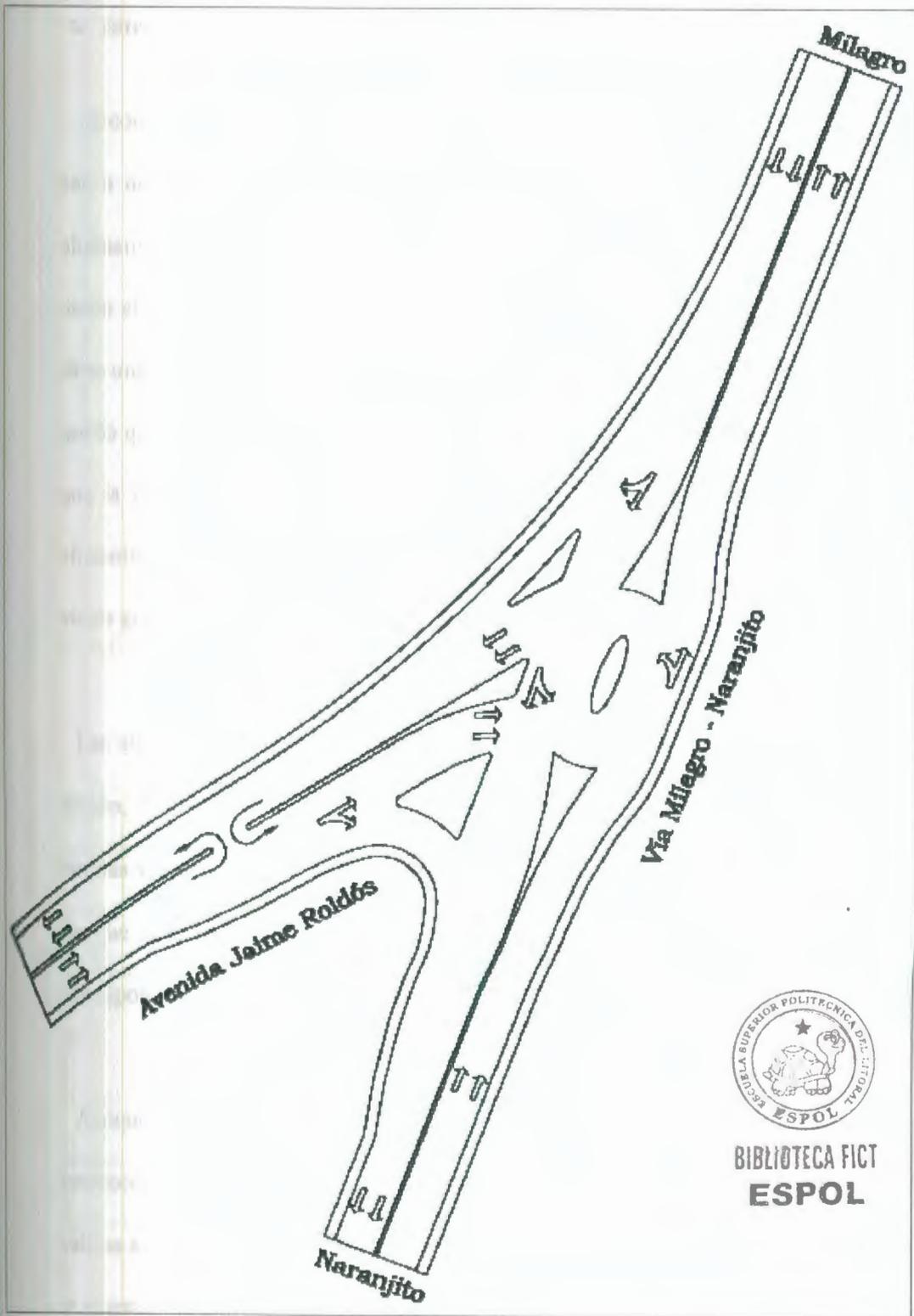


FIGURA 4.13. DISEÑO DE INTERSECCIÓN TIPO N° 3

⇒ **Intersecciones a desnivel**

Se consideraron también dos alternativas válidas de intersecciones, las cuales son a desnivel. Por el costo que involucran y la magnitud de la obra, estas alternativas no son económicamente convenientes a la fecha; por otra parte, desde el punto de vista técnico, se sabe que el volumen de tránsito en la zona tiene una tendencia de crecimiento del 4% anual y con perspectivas de aumentar por lo que es muy probable que se tenga que implementar estas alternativas, ya que la capacidad de operación de las intersecciones a nivel no podrá cubrir eficientemente las necesidades viales en la zona, lo que ocasionará problemas viales graves con pérdidas económica para los habitantes de Milagro.

Las alternativas a desnivel aquí señaladas se encuentran en una etapa de pre-diseño, con el estudio de tránsito incorporado, dimensiones apegadas a las normas viales y costos aproximados a los reales. Se deja abierta la oportunidad de que sean estructuralmente diseñadas y revisadas en la etapa de diseño correspondiente.

Aunque en un principio no se tenía previsto tratar sobre propuestas de intersecciones a desnivel, se vio la necesidad de crear soluciones técnicamente válidas a los futuros problemas viales de la Avenida Jaime Roldós. En el Anexo I se muestran las intersecciones a desnivel propuestas.

⇒ **Dispositivos de control de tránsito en intersecciones**

En cualquier tipo de intersección, ya sea a nivel o a desnivel, son necesarios la implementación de dispositivos de control de tránsito, especialmente cuando se utiliza el mecanismo de la canalización, ya que complementa de gran manera la función realizada por isletas de control, pasos a desnivel y glorietas. En el Anexo P se detallan conceptos básicos acerca de los dispositivos de control mencionados.

4.3 TRABAJOS DE OFICINA

En la última parte del capítulo se detallan los trabajos hechos con los datos recogidos en campo, la confirmación de la sección transversal tipo, los procedimientos para determinar volúmenes necesarios en la planificación del movimiento de terracería, la composición e interpretación de los diagramas de masa, los cálculos realizados para determinar cantidades y volúmenes de obra, el análisis de los costos globales que demandará la Avenida Jaime Roldós y la estructuración del presupuesto, así como también una breve memoria descriptiva del diseño vial.

4.3.1 SECCIONES TRANSVERSALES TIPO Y TOPOGRAFÍA DE DETALLES

En la sección 2.9 del capítulo anterior se definió el concepto de las secciones transversales y se propusieron como alternativas viables a tres secciones tipo. Se analizará cada alternativa en función de los requerimientos técnicos de la vía, sabiendo que por ser secciones tipo están cumpliendo con las normas técnicas del MOP vigentes en el país. En las Tablas 4.31, 4.32 y 4.33, mostradas a continuación, se detallan algunas de las características de cada sección tipo, luego de las cuales se definirá la sección a utilizar en el diseño vial. Estas secciones se complementan con el diseño de pavimento adoptado y son de gran importancia en la determinación de los volúmenes de corte o relleno de material necesarios en la vía.

TABLA 4.31 CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN TIPO I

Sección transversal tipo	I
Ancho total	20 metros.
Sentido de la vía	Dos sentidos.
Calzada	
Número de carriles	Cuatro, dos por sentido.
Ancho de carril	3,65 metros.
Bombeo	Único en cada sentido.
Pendiente transversal	2 %
Bordillo	
Bordillos tipo	B2 (MOP): Bordillo – Cuneta.

Ancho	0,67 metros.
Pendiente	6 % hacia la cuneta.
Parterre	
Ancho	1,50 metros.
Pendiente	6 % con caída hacia cada lado de la vía.
Acera	
Ancho	1,28 metros.
Pendiente	4 % con caída hacia la vía.
Figura	4.14

TABLA 4.32 CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN TIPO II

Sección transversal tipo	II
Ancho total	20 metros.
Sentido de la vía	Dos sentidos.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

SECCIÓN TIPO I

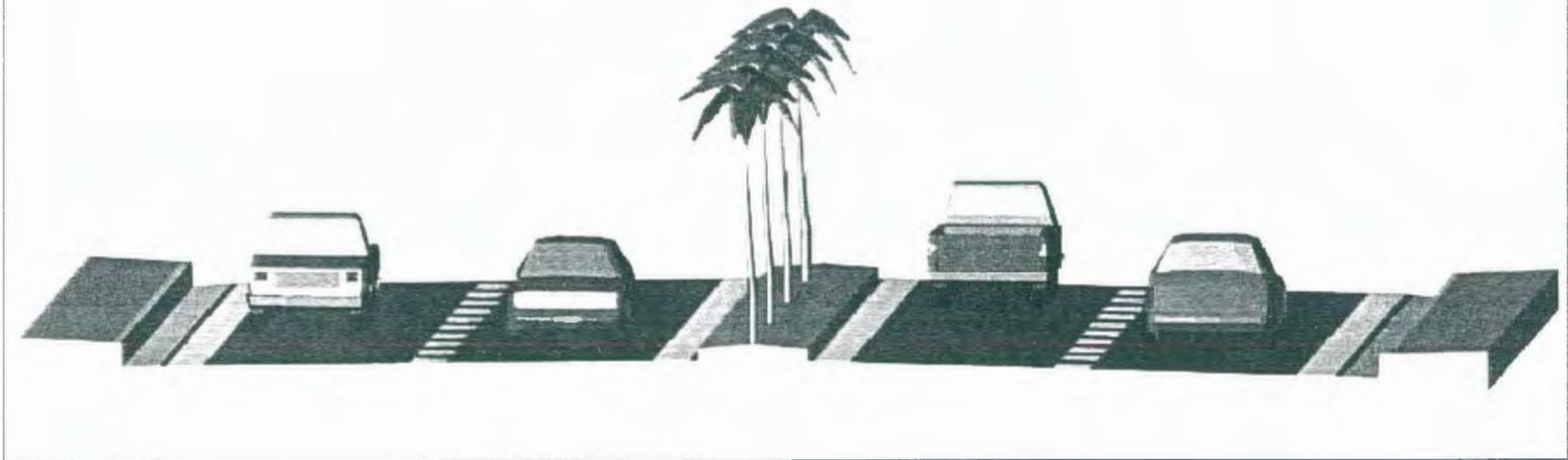


FIGURA 4.14. ALTERNATIVA DE SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO I

Calzada	
Número de carriles	Cuatro, dos por sentido.
Ancho de carril	3,65 metros.
Bombeo	Doble en cada sentido.
Pendiente transversal	2 %
Bordillo	
Bordillos tipo	B2 (MOP): Bordillo – Cuneta.
Ancho	0,67 metros.
Pendiente	6 % con caída hacia la cuneta.
Cuneta	
Ancho	0,30 metros a cada lado del parterre central.
Pendiente	6% con caída hacia el parterre.
Parterre	
Ancho	0,90 metros.
Pendiente	6 % con caída hacia cada lado de la vía.
Acera	
Ancho	1,28 metros.
Pendiente	4 % con caída hacia la vía.
Figura	4.15



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

TABLA 4.33 CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN TIPO III

Sección transversal tipo	III
Ancho total	20 metros.
Sentido de la vía	Dos sentidos.

SECCIÓN TIPO II

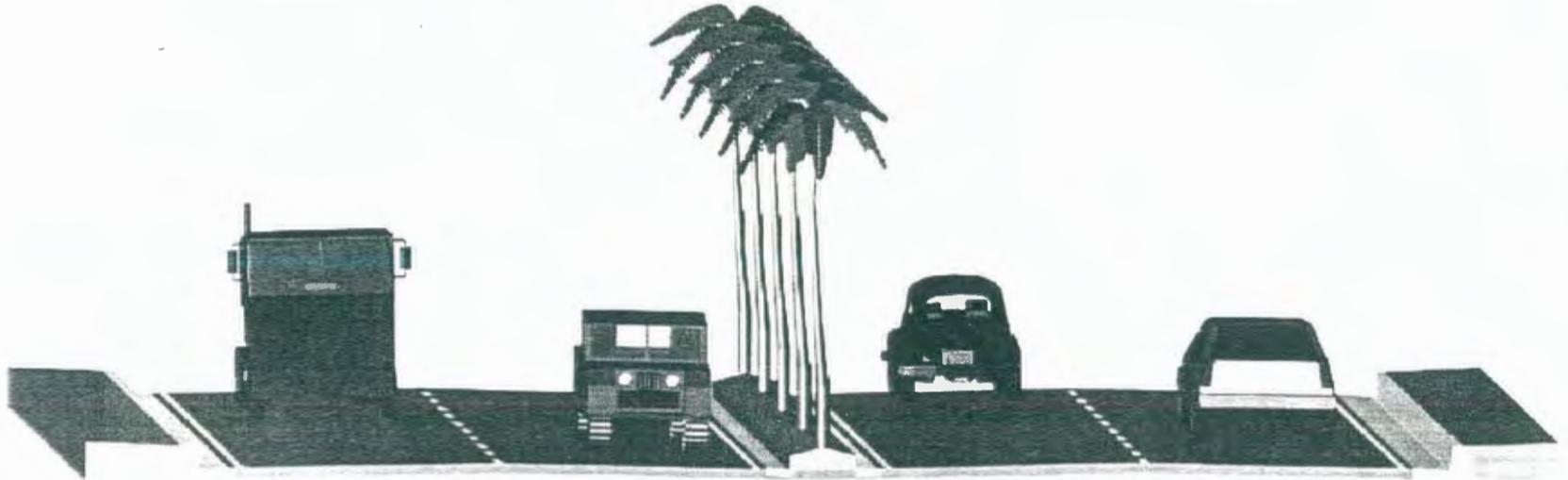


FIGURA 4.15. ALTERNATIVA DE SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO II

Calzada

Número de carriles	Cuatro, dos por sentido.
Ancho de carril	3,65 metros.
Bombeo	Doble en cada sentido.
Pendiente transversal	2 % con caída hacia la cuneta.

Bordillo

Bordillos tipo	B2 (MOP): Bordillo – Cuneta.
Ancho	0,67 metros.
Pendiente	6 % con caída hacia la cuneta.

Cuneta

Ancho	0,30 metros a cada lado del parterre central
Pendiente	5 % con caída hacia el parterre.

Parterre

Ancho	0,20 metros.
Pendiente	6 % con caída hacia cada lado de la vía.

Acera

Ancho	0,60 metros.
Pendiente	6 % con caída hacia la vía.

Espaldón

Ancho	1,03 metros.
Pendiente	2 % con caída hacia la cuneta

Figura

4.16

SECCIÓN TIPO III



FIGURA 4.16. ALTERNATIVA DE SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO III

2. CÁLCULO DE VOLÚMENES

El costo de construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de tierra. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos. La subrasante a la que corresponden los movimientos de tierra más económicos se le conoce como subrasante económica.

El cálculo de los volúmenes desplazados en movimientos de tierras es cada vez más exacto debido a los diferentes programas de computadora que facilitan el cálculo, en el diseño de la Avenida Jaime Roldós se utilizó el programa CivilCad, el cual arrojó los volúmenes de corte y relleno utilizados en la determinación de los costos de obra. De manera general se describirá el procedimiento a seguir en el cálculo de volúmenes. El cálculo se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado de curva masa. Se llama sección de construcción a la representación gráfica de las secciones transversales que contienen tanto los datos propios del diseño geométrico, como los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales utilizados en el proyecto.

Cuadro de Ecuación 4.18

$$A = \frac{Y_3 + Y_2}{2}(X_3 - X_2) + \frac{Y_4 + Y_3}{2}(X_4 - X_3) + \frac{Y_5 + Y_4}{2}(X_5 - X_4) - \left[\frac{Y_1 + Y_2}{2}(X_1 - X_2) + \frac{Y_6 + Y_1}{2}(X_6 - X_1) + \frac{Y_5 + Y_6}{2}(X_5 - X_6) \right]$$

En donde A es el área total de la sección, y "X" e "Y" son las coordenadas de cada punto de quiebre de la sección. Desarrollando y ordenando la ecuación anterior se obtiene la siguiente expresión mostrada en el Cuadro de Ecuación 4.19:

Cuadro de Ecuación 4.19

$$A = \frac{1}{2} \left[Y_1 X_2 + Y_2 X_3 + Y_3 X_4 + Y_4 X_5 + Y_5 X_6 + Y_6 X_1 - (Y_1 X_6 + Y_2 X_1 + Y_3 X_2 + Y_4 X_3 + Y_5 X_4 + Y_6 X_5) \right]$$

La ecuación anterior se puede expresar por la matriz mostrada en el Cuadro de Ecuación 4.20, con lo que se puede determinar el área con mayor rapidez:

Cuadro de Ecuación 4.20

$$A = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} Y_1 & Y_2 & Y_3 & Y_4 & Y_5 & Y_6 & Y_1 \\ X_1 & X_2 & X_3 & X_4 & X_5 & X_6 & X_1 \end{vmatrix}$$

Este método es la base matemática de los programas de computadora, lo cual si se hace manualmente puede resultar complejo, por tal motivo es preferible escoger un eje de coordenadas adecuado.

El método gráfico se basa en la descomposición de la sección de construcción en figuras geométricas simples, tales como triángulos, trapecios y rectángulos, mediante líneas verticales con una separación constante de tal manera que el área total de la sección es la suma de las áreas parciales de las figuras geométricas. Mientras más pequeña es la separación entre las líneas verticales, mayor es la aproximación del área de la sección, pero se aumentan también el número de áreas parciales a calcular.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

⇒ Cálculo de volúmenes

Una vez que se han determinado las áreas de las secciones de construcción, se procede al cálculo de los volúmenes de tierra. Para ello se supone que la vía está formada por una serie de prismoides tanto en corte como en relleno. Cada uno de estos prismoides está limitado en sus extremos por dos superficies paralelas verticales representadas por las secciones de construcción y lateralmente por el terreno natural, representado en la Figura 4.18.

El volumen del prismoide está expresado en el Cuadro de Ecuación 4.21, en donde V es el volumen buscado, L es la distancia entre las secciones, A es el área de cada sección, y A_M es el área media entre las dos secciones.

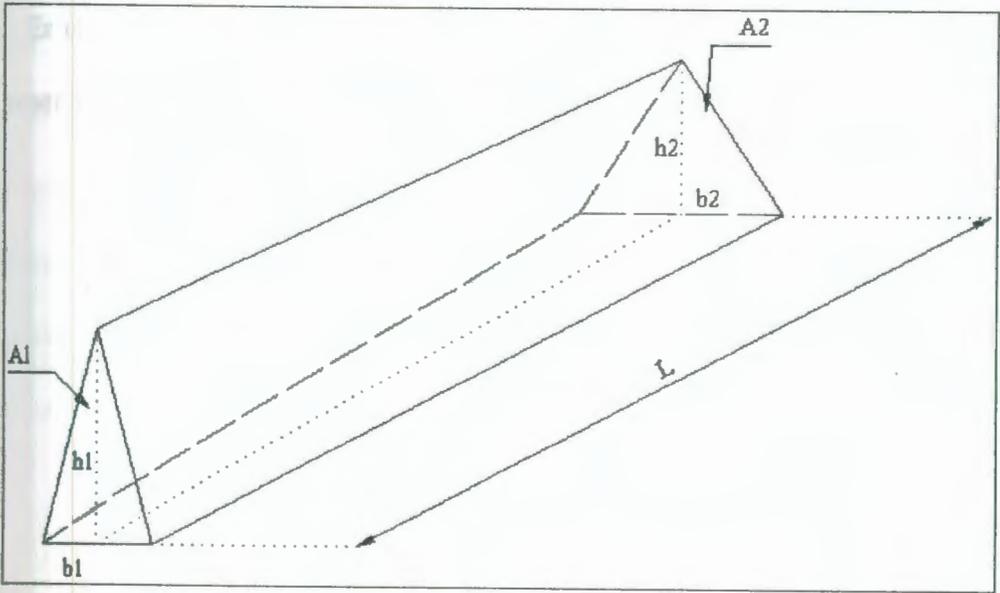


FIGURA 4.18. VOLUMEN DE UN PRISMOIDE TRIANGULAR

$$V = \frac{L}{6} (A_1 + 4A_M + A_2)$$

Cuadro de Ecuación 4.21

Como A_M es la semisuma de las áreas A_1 y A_2 , la ecuación 4.21, que representa a la fórmula del prismoide, se convierte en el Cuadro de Ecuación 4.22, que representa a la fórmula de las áreas medias, que por su simplicidad es muy utilizada en la determinación de los volúmenes de tierra.

$$A_M = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$$V' = \frac{L}{2} (A_1 + A_2)$$

Cuadro de Ecuación 4.22

En el cálculo de los volúmenes, las secciones que definen el prismoide pueden tener las siguientes características:

- ✓ Corte – Corte
- ✓ Relleno – Relleno
- ✓ Corte – Relleno
- ✓ Mixta con eje simétrico
- ✓ Mixta con eje desplazado

⇒ **Coefficiente de variabilidad volumétrica**

El material, ya sea de corte o de préstamo, empleado en la formación de los terraplenes, experimenta un cambio de volumen al pasar de su estado natural a formar parte del terraplén, siendo esencial el conocimiento de este cambio para la correcta determinación de los volúmenes y de los movimientos de tierra correspondientes.

Se llama *coeficiente de variabilidad volumétrica o factor de contracción* a la relación que existe entre el peso volumétrico del material en su estado natural y el peso volumétrico que ese mismo material tiene al formar parte del relleno o terraplén. En el Cuadro de Ecuación 4.23 se muestra expresado mediante fórmula el coeficiente de variabilidad, el mismo que se aplica al volumen del material en su estado natural para obtener su volumen en el relleno.

Será mayor que la unidad cuando un metro cúbico de relleno pueda construirse con un volumen menor de material, obtenido en el corte o en el préstamo. Al contrario, será menor de la unidad cuando el volumen del relleno requiera un volumen mayor de material constitutivo. En el caso del acarreo, el volumen del material a mover se lo divide para su coeficiente de variabilidad volumétrica para obtener el volumen real a mover.

$$C.V. = \frac{\gamma_{InSitu}}{\gamma_{Relleno}}$$

Cuadro de Ecuación 4.23

En donde,

- ♦ C.V.: Coeficiente de variabilidad volumétrica o Factor de Contracción
- ♦ γ_{InSitu} : Peso volumétrico en su estado natural.
- ♦ $\gamma_{Relleno}$: Peso volumétrico en el relleno o terraplén.

4.3.3 DIAGRAMA DE MASAS

Los volúmenes de tierra, ya sea de corte o de préstamo, deben transportarse para formar parte del relleno o, en el caso de que haya excedencia de material, para depositarse en un lugar determinado. Por tal motivo es importante conocer el volumen y las distancias máximas y económicas de transporte o acarreo del

material, para esto se estructura un gráfico que relacione volúmenes con distancias. A este gráfico se lo conoce como *diagrama de masas*.

Brevemente se explicará acerca de la composición e interpretación de un diagrama de masa, en el Anexo J se podrá ver el diagrama respectivo para la Avenida Jaime Roldós.

⇒ Ordenadas de la curva de masa

La ordenada de curva masa en una estación determinada es la suma algebraica de relleno y de corte, estos últimos afectados por su coeficiente de variabilidad volumétrica, considerados los volúmenes desde un origen hasta esa estación. Cuando la calidad del material producto del corte no es la adecuada para formar la totalidad del relleno sino una parte del mismo, las ordenadas de la curva masa se calculan para cada porción del relleno que tenga distinta fuente de aprovisionamiento.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

⇒ Propiedades del diagrama de masa

En la Figura 4.19 se muestra un ejemplo de diagrama de masa, en donde aparece en la parte superior el diagrama y en la parte inferior el perfil natural del terreno y la línea de proyecto de la subrasante. Como se verá, el diagrama presenta las siguientes características:

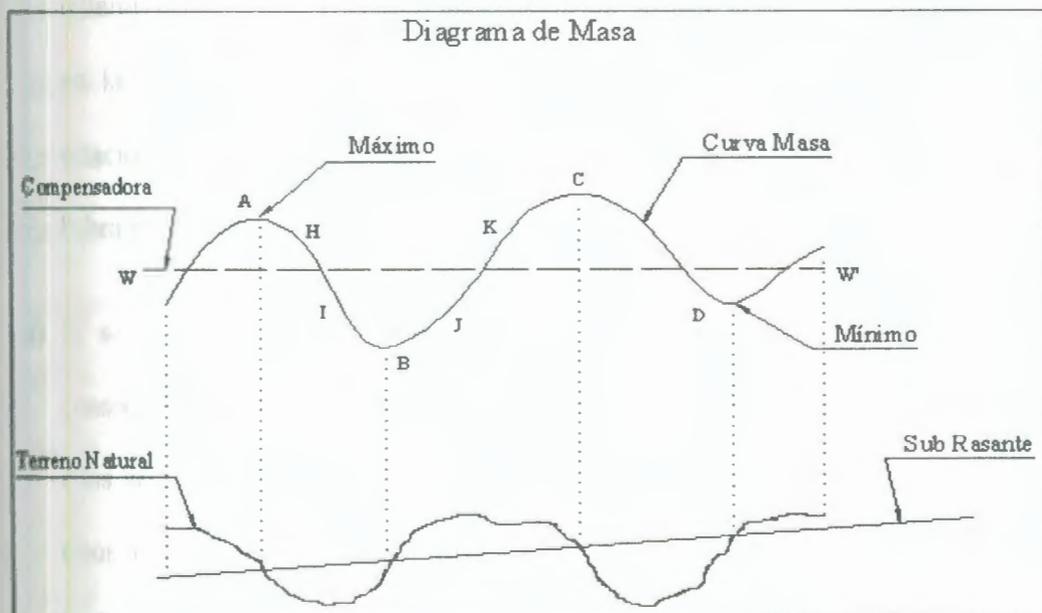


FIGURA 4.19. EJEMPLO DE DIAGRAMA DE MASA

- a) El diagrama es ascendente cuando predominan los cortes sobre los rellenos (tramo B-C) y descendente cuando predominan los rellenos a los cortes (tramo A-B).
- b) Cuando un tramo pasa de ser ascendente a descendente se produce un pico denominado *máximo*, que significa que se pasó de una sección de corte a una de relleno (puntos A y C); y de la misma manera, cuando de un tramo descendente se pasa uno ascendente se produce un pico denominado *mínimo*, que indica que se pasó de una sección de relleno a una de corte (puntos B y D).

- c) En el diagrama de masa los valores de corte tienen signo positivo y los de relleno, negativos. Así que la diferencia algebraica de dos puntos cualquiera en la curva de masa indicará el volumen de material entre esas dos estaciones. Si entre dos puntos, H e I, el punto H queda sobre el punto I, habrá más volumen de relleno que de corte, y viceversa (tramo J-K).
- d) Si se traza una línea horizontal que corte el diagrama en dos puntos consecutivos, estos tendrán la misma ordenada y el tramo comprendido entre ellos serán iguales los volúmenes de corte y los de relleno, y se dice que estos dos puntos son los extremos de un *tramo compensado*. La línea horizontal trazada se la llama *compensadora* (línea W-W'), la distancia entre esos dos puntos se lo conoce como *apertura del diagrama* y es la distancia máxima de acarreo al llevar el material de corte a relleno.
- e) Al trazar la línea compensadora en el diagrama de masas se generan varios tramos o contornos cerrados. Un contorno cerrado que se encuentre sobre la línea compensadora indica que el sentido del acarreo será hacia delante. Caso contrario, si el contorno queda bajo la línea compensadora, el sentido del acarreo será hacia atrás.
- f) Las áreas de los contornos cerrados originados por la intersección del diagrama de masas y la línea compensadora representan los acarreos totales para ese contorno.

⇒ Transporte de material

Para lograr que el movimiento de tierras no genere un alto costo de operación, considerando que las distancias de transporte varían, el MOP ha determinado una distancia de transporte de material sin derecho a pago alguno en una longitud de 500 metros, luego de la cual se reconocerá el transporte correspondiente. A estas distancias de transporte se las conoce también como *acarreo*, siendo el *acarreo libre* los 500 metros dispuestos por el MOP y el *sobre acarreo* cuando se sobrepasan los 500 metros.

En el caso de necesitar material de préstamo de alguna fuente cercana a la zona, se determina una *distancia económica de sobre acarreo* para asegurarse de la conveniencia entre transportar material de préstamo o material local, siempre que los materiales cumplan con los requerimientos de la vía.

4.3.4 VOLÚMENES Y CANTIDADES DE OBRA

El movimiento de tierra esperado en el proyecto de la subrasante, ya sea para corte o para relleno, se lo determinó según lo indicado en la Sección 4.3.2 del presente capítulo. En la Tabla 4.34 se extrae una parte de la Tabla de volúmenes de tierra proyectados en cada estación de la Avenida Jaime Roldós, que se muestra en el Anexo K. En las columnas 1, 2 y 3 se muestra el número de la sección transversal, la estación correspondiente y la distancia entre secciones, en su orden, de tal manera que existen 154 estaciones en 3.060 metros de vía con una separación constante de 20 metros.

**TABLA 4.34. VOLÚMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA PARA LA
SUBRASANTE (EXTRACTO)**



Tabla de Volúmenes

Avenida Jaime Roldós

BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Coefficiente de Variabilidad Volumétrica 1.10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Móv. Tierra (m ³)	Vol Total (m ³)
			Área (m ²)	Vol. (m ³)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Mod. (m ³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
1	0		0		19.51				
		20		5.68		301.33	331.46	-325.78	-325.78
2	20		0.57		10.62				
		20		16.09		183.67	202.04	-185.95	-511.73
3	40		1.04		7.75				
		20		19.97		172.51	189.76	-169.79	-681.52
4	60		0.96		9.51				
		20		23.03		163.01	179.31	-156.28	-837.80
5	80		1.35		6.8				
		20		27.65		143.5	157.85	-130.20	-968.00
6	100		1.42		7.55				
		20		29.15		140.7	154.77	-125.62	-1093.62
7	120		1.5		6.52				
		20		34.15		121.67	133.84	-99.69	-1193.31
8	140		1.92		5.65				
		20		38.38		106.72	117.39	-79.01	-1272.32
9	160		1.92		5.02				
		20		47.94		92.38	101.62	-53.68	-1326.00
10	180		2.88		4.22				
		20		54.34		90.42	99.46	-45.12	-1371.12
11	200		2.56		4.82				
150	2980		0.86		9.66				
		20		15.96		209.15	230.07	-214.11	-15972.09
151	3000		0.74		11.25				
		20		9.94		239.84	263.82	-253.88	-16225.97
152	3020		0.25		12.73				
		20		5.91		247.89	272.68	-266.77	-16492.74
153	3040		0.34		12.06				
		20		3.36		301.77	331.95	-328.59	-16821.33
154	3060		0		18.12				
			Σ	6,298.31 m³	Σ	23,119.64 m³			

Las columnas 4 y 5 corresponden a los datos del área y el volumen de relleno proyectado, respectivamente. Igual sucede con las columnas 6 y 7 que representan los datos de área y volumen de corte, la columna 8 representa el volumen de corte de cada sección modificado por el factor de variabilidad volumétrica, que para el diseño de la vía es de 1.10.

Las dos columnas finales muestran cálculos de movimiento de tierra y la suma acumulada de volúmenes, respectivamente. La columna 9 muestra el movimiento de tierra que resulta de la diferencia entre el volumen de corte, modificado con el coeficiente de variabilidad, y el volumen de relleno de cada sección de la vía, indicando con un valor positivo si el movimiento predominante es de corte, y negativo, cuando es de relleno. En la columna 10 se indican los volúmenes acumulados en cada sección, que viene a ser una suma algebraica del valor de la columna 9 con el valor de la columna 10 del reglón anterior, estos valores representarán las ordenadas del diagrama de masas que se muestra en el Anexo J.

⇒ Volúmenes de la estructura del pavimento

En la sección 4.1.6 se determinaron los espesores de la estructura del pavimento, los cuales, revisando la Tabla 4.24, son de 10, 20 y 30 centímetros para las capas de rodadura, base y sub-base respectivamente. Los espesores

mencionados multiplicados por el ancho de los dos carriles por sentido de circulación, que es de 7,30 metros, y multiplicados por la longitud total de la Avenida, que es de 3.054 metros, generan el volumen de la estructura del pavimento proyectado. En la Tabla 4.35 se muestran los valores de los volúmenes proyectados.

TABLA 4.35 VOLÚMENES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

Longitud de Avenida Jaime Roldós

3,055 metros

Elemento de la Sección	Área			Volumen (m ³)	%	
	Izquierda (m ²)	c _L	Derecha (m ²)			Total (m ²)
Capa de Rodadura	0.73	Sección tipo	0.73	1.46	4,460.30	13.70%
Capa de Base	1.46		1.46	2.92	8,920.60	27.40%
Capa de SubBase	2.19		2.19	4.38	13,380.90	41.11%
Bordillo (hormigón)	0.1536		0.1536	0.3072	938.50	2.88%
Bordillo, relleno	0.1504		0.1504	0.3008	918.94	2.82%
Acera, relleno	0.6438		0.6438	1.2876	3,933.62	12.08%
Σ Total	5.33 m²		5.33 m²	10.66 m²	32,552.86 m³	

⇒ Cantidades de expropiación

En el diseño de la Avenida Jaime Roldós, por estar dentro de un perímetro urbano, el ancho de 20 metros requerido no se mantiene constante debido a los asentamientos desordenados de la zona, debido a esto se tiene proyectado

efectuar una reubicación en la línea de fábrica de las viviendas, lo que generará algunas expropiaciones de terreno que en su mayoría consistirán en el retiro de muros y cercas. El área de terreno que se gana con la reubicación de la línea de fábrica está considerada dentro del proyecto de la vía; en las Tabla 4.36 y 4.37 se muestran el área total ganada en los extremos derecho e izquierdo con la reubicación de la línea de fábrica con su respectiva abscisa, y en la Tabla 4.38 se muestra la superficie total de terreno a expropiar.

TABLA 4.36. ABCISAS Y ÁREAS DE EXPROPIACIÓN, EXTREMO DERECHO

Extremo derecho del eje de la Avenida Jaime Roldós							
Abcisas				Área (m ²)	Acumulado (m ²)		
0	+	0	0	+	520	1,080.22	1,080.22
1	+	390	1	+	435	43.18	1,123.40
1	+	440	1	+	485	26.42	1,149.82
1	+	495	1	+	540	68.86	1,218.68
1	+	545	1	+	585	32.40	1,251.09
1	+	595	1	+	620	1.64	1,252.73
1	+	655	1	+	900	421.09	1,673.82
1	+	905	2	+	65	66.01	1,739.82
2	+	90	2	+	200	227.55	1,967.37
2	+	620	3	+	35	1,068.23	3,035.61
					Σ Total	3,035.61 m²	

TABLA 4.37. ABSCISAS Y ÁREAS DE EXPROPIACIÓN, EXTREMO IZQUIERDO

Extremo Izquierdo del eje de la vía							
Abcisas				Área (m ²)	Acumulado (m ²)		
0	+	0	0	+	80	217.30	217.30
0	+	100	0	+	190	162.02	379.32
0	+	200	0	+	520	720.19	1,099.50
0	+	640	0	+	680	10.94	1,110.44
0	+	700	1	+	20	69.36	1,179.80
1	+	80	1	+	105	7.37	1,187.17
1	+	115	1	+	185	25.07	1,212.23
1	+	195	1	+	235	38.48	1,250.72
1	+	240	1	+	280	24.11	1,274.83
1	+	460	1	+	490	11.05	1,285.88
1	+	495	1	+	540	37.82	1,323.70
1	+	550	1	+	595	73.61	1,397.31
1	+	605	1	+	645	135.71	1,533.02
2	+	10	2	+	60	44.89	1,577.90
2	+	620	3	+	60	628.92	2,206.82
Σ Total						2,206.82 m²	

TABLA 4.38. ABSCISAS Y ÁREAS DE EXPROPIACIÓN TOTAL

Área Total de Expropiación		
Avenida Jaime Roldós		
Extremo Derecho	3,035.61	m ²
Extremo Izquierdo	2,206.82	m ²
Σ Total	5,242.43	m²

⇒ Cantidades a utilizarse en intersecciones a nivel

Las cantidades que se utilizarán en cada intersección se muestran en la Tabla 4.39, en la cual consta el área total de las isletas a construir, así como el área de terreno adyacente que será utilizado en el proyecto de intersecciones.

TABLA 4.39. CANTIDADES EN LAS INTERSECCIONES

Intersección	1
Isletas y Parterres	578,527 m ²
Terreno Adyacente	1.212 m ²
Intersección	2
Isletas y Parterres	2.501 m ²
Terreno Adyacente	3.800 m ²
Intersección	3
Isletas y Parterres	530 m ²
Terreno Adyacente	3.497 m ²

4.3.5 PRESUPUESTO

La elaboración del presupuesto tiene por objetivo presentar en detalle las cantidades y precios de cada componente que posee la obra, de tal manera que se pueda realizar un análisis económico de la misma. La elaboración del presupuesto comprende los siguientes aspectos:

- ✓ Estimación del rendimiento de la mano de obra, maquinaria y equipo a utilizarse.
- ✓ Cálculo de costos de los precios unitarios.
- ✓ Análisis de los precios unitarios para determinar los costos relativos a la construcción.

⇒ **Estimación del rendimiento de la mano de obra, equipo y maquinaria**

El rendimiento se lo puede definir como el cociente entre el trabajo realizado y el tiempo empleado para ello, y puede ser anual, mensual, diario y horario, o según el proyecto lo requiera; en el proyecto de la Avenida Jaime Roldós se utilizó el rendimiento horario.

La estimación del rendimiento se la realizó para cada rubro del proyecto, e involucra a la mano de obra, equipo y maquinaria, y el procedimiento constructivo correspondiente. Para procurar que las estimaciones estén correctas, se consultó con el Departamento de Obras Públicas del Cantón Milagro, el cual supervisó las estimaciones y brindó la orientación necesaria para realizarlas, por lo que se comprobó que la experiencia adquirida en las estimaciones y análisis es grave, ya que dependiendo de una acertada estimación se podrán alcanzar los objetivos, calidad y límites de tiempo propuestos; en consecuencia, rendimientos mal estimados aseguran un desperdicio de tiempo y dinero.



⇒ **Cálculo de precios unitarios**

La determinación de los precios unitarios fue realizada en base a los estudios de mercados realizado por la Cámara de Construcción en lo referente a los costos de materiales de construcción, maquinaria y transporte; los costos de mano de obra son los estipulados por la Contraloría General del Estado en su Boletín Anual. Estos valores se pueden revisar en el Anexo L, anotando que siempre es bueno tener actualizado los costos para evitar pérdidas financieras al finalizar la obra.

⇒ **Análisis de Precios Unitarios**

Para el análisis de los Precios Unitarios se tomaron en cuenta todas las características técnicas de la Avenida Jaime Roldós, definidas en los capítulos anteriores y en los planos de los Anexos ya mencionados, las mismas que han permitido elaborar el cálculo de los valores de los rubros principales que intervienen en el presente proyecto de una manera aproximada. El precio unitario de cada rubro está definido por la suma de costos directos, desglosado en sus componentes de mano de obra, equipo, materiales, transporte; y los costos indirectos, como se indica a continuación:

- ✓ **Costo Directo.** Corresponde a la suma de los costos de equipo, mano de obra, materiales y transporte que se detallan como sigue:

- a) *Costo de mano de obra:* corresponde al Jornal Real Horario (J.R.H.) de operadores de maquinarias y trabajadores que intervengan en la ejecución del rubro; el jornal real horario es el producto del Jornal Horario (J.H.) y el Factor de Salario Real (F.S.R.), ambos valores establecidos por la Contraloría General del Estado en el cual se consideran las cargas sociales y regalías. Al dividir el jornal real horario entre el rendimiento del rubro se obtiene el costo de la mano de obra respectiva. En el Anexo L se detalla la mano de obra utilizada en el proyecto de la Avenida Jaime Roldós.
- b) *Costo de equipos y maquinaria:* representa la división entre el costo por hora del alquiler de cada máquina utilizada en la ejecución del rubro del proyecto y el rendimiento estimado. En el Anexo L se adjunta el resumen de los principales equipos utilizados en el proyecto en función de los costos de alquiler en el mercado.
- c) *Costo de materiales:* es el valor de los distintos materiales que fueron cuantificados en la ejecución del rubro, considerando la cantidad o consumo del material que se va a utilizar y el precio unitario del mismo., en algunos costos de materiales utilizados tienen incluido el costo del transporte. En el Anexo L se adjunta los precios de materiales de los rubros principales
- d) *Costo de transporte:* se considera como el producto de: el precio unitario del transporte en sí, la distancia a recorrer y el consumo del material a transportar.

- ✓ **Costo Indirecto:** está considerado como el 25% de los costos directos de cada rubro, en donde se consideran como indirectos a los costos por gastos generales, imprevistos y utilidades, según se muestra la Tabla 4.40:

TABLA 4.40. DISTRIBUCIÓN DE COSTOS INDIRECTOS

Nº	Nombre	Porcentaje de C. D.	Descripción
1	Gastos generales	10,00%	Administración, Representaciones, Licitación y Contrato
2	Imprevistos	5,00%	Huelgas, Inflación, Paralización de obra.
3	Utilidades	10,00%	Ganancia
Costo Indirecto		25,00%	<i>del Costo Directo</i>

Para la determinación de todos y cada uno de los costos mencionados se consideró las condiciones de trabajo medias o normales que regirán en la obra y los métodos constructivos adecuados para el tipo de actividad a ejecutar, de modo que la planeación y la ejecución del trabajo se lleven de la mejor forma posible. En la Figura 4.20 se muestra el análisis de precios unitarios para el rubro de Replanteo, mientras que en la Tabla 4.41 se muestra el Cuadro General de Costos y Cantidades de obra. En los Anexos M y N se muestran los análisis de precios unitarios para cada rubro que compone la obra y el presupuesto general realizado para la Avenida Jaime Roldós.

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 1
 Descripción: Replanteo
 Unidad: metro lineal (m)

Fecha: 24/11/2004
 Página: 1 de 20
 Rendimiento: 125

A. Mano de Obra						
Descripción	Nº	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
①	②	③	④	⑤=②*③*④	⑥=⑤/Rend.	⑦
Topógrafo	1	1,38	2,21	3,05	0,02	7,61%
Cadenero	4	1,34	2,22	11,90	0,10	29,71%
Peda	2	1,31	2,23	5,84	0,05	14,59%
Sub-Total A					0,17	51,91%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	Nº.	C. Horario	Costo	%
①	②	③	④=②*③/R.	⑤
Equipo Topográfico	1	5	0,04	12,48%
Sub-Total B			0,04	12,48%

C. Material					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	%
①	②	③	④	⑤=③*④	⑥
Varios	Global	1	0,05	0,05	15,60%
Sub-Total C				0,05	15,60%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
①	②	③	④	⑤	⑥=③*④*⑤	⑦
Sub-Total D					0,00	0,00%

Nº	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		0,26	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		0,06	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		0,32	100,00%
Costo Unitario del Rubro Replanteo			\$ 0,32	
Resumen			\$ 0,30 ✓	

FIGURA 4.20. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UN RUBRO DEL PROYECTO

TABLA 4.41. CUADRO GENERAL DE COSTOS Y CANTIDADES DE OBRA

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Longitud: 3055
 Fecha: 30/11/2004

Página: 19 de 20
 km

Rubro		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Código	Descripción	A	B	C	D = B x C
300-E	Replanteo	m	3,055.00	\$ 0.30	\$ 916.50
302-1	Desbroce y limpieza	Ha.	6.11	\$ 233.90	\$ 1,429.13
303-2(1)E	Excavación sin clasificación y desalojo	m3	24,678.85	\$ 4.20	\$ 103,651.18
402-2(1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	m3	22,301.50	\$ 6.00	\$ 133,809.00
308-2	Acabado de obra básica	m2	44,603.00	\$ 1.30	\$ 57,983.90
309-4(2)	Transporte de material	m3 - km	210.28	\$ 0.30	\$ 63.08
404-5E	Base asfáltica e = 0,22 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	m3	2,688.40	\$ 106.00	\$ 284,970.40
405-5(1)E	Carpeta Asfáltica e = 0,10 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	m3	1,222.00	\$ 128.70	\$ 157,271.40
503(1)	Hormigón f'c= 210 kg/cm2 (incluye encofrado)	m3	1,068.83	\$ 135.20	\$ 144,506.28
705-1(1)E	Señalización horizontal (franjas de 0,10 m de ancho)	m	21,385.00	\$ 0.20	\$ 4,277.00
504(1)	Acero de refuerzo fy = 4200	kg	790.00	\$ 1.30	\$ 1,027.00
505(1)E	Acero estructural fy = 4200	kg	2,581.86	\$ 3.60	\$ 9,294.71
609-E1	Bordillo cuneta tipo B2	m	12,220.00	\$ 23.40	\$ 285,948.00
609-E2	Bordillo parterre	m	1,730.49	\$ 9.70	\$ 16,785.72
609-E3	Sumidero (incluye rejilla)	u	108.00	\$ 92.30	\$ 9,968.40
601-(1A)	Tubería 10" (incluye transporte)	m	6,110.00	\$ 38.10	\$ 232,791.00
601-(1B)	Tubería 30" (incluye transporte)	m	540.00	\$ 206.60	\$ 111,564.00
307-2(1)	Excavación y relleno manual para estructuras menores	m3	916.50	\$ 2.40	\$ 2,199.60
200E	Mitigación Ambiental	mensual	3.00	\$ 1,240.00	\$ 3,720.00
Total				\$1,562,176.30	

En el Anexo N, junto al presupuesto general del proyecto, se anexa, además, el cuadro de resumen de cantidades de obra, utilizado para elaborar el presupuesto.

⇒ **Cronograma valorado de actividades**

Con la determinación de los costos de cada rubro, se elabora un *Cronograma de Actividades*, en el cual consta el rubro con su costo total y duración en base al rendimiento obtenido en el Análisis de Costos Unitarios. Se muestran también un diagrama dividido en meses en el cual se programará y controlará la ejecución y avance de obra, respectivamente. Cada rubro se encuentra diagramado, con el costo parcial que tiene en el determinado mes. Por último, al final se realiza la sumatoria de los costos mensuales y su respectivo porcentaje, además se presenta el avance acumulado de obra. El Cronograma es útil para determinar tiempos óptimos de ejecución los diferentes rubros del proyecto, así como para la planificación y el control del tiempo de ejecución de la obra. En el Anexo O se muestra el cronograma valorado de actividades.



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

4.3.6 MEMORIA DESCRIPTIVA

Al presentar el proyecto definitivo de la Avenida Jaime Roldós, se debe presentar, según se sugiere en la Sección 3.6.3.5 del Manual de Diseño de Vías del MOP, las memorias de trabajo que servirán al Ingeniero en la comprensión y

ejecución de la obra; estas memorias deben referirse, sin limitarse a ellos, a los siguientes aspectos:

- Propósito que persigue el proyecto y justificación de su necesidad.
- Descripción general de la obra, anteproyecto, normas, parámetros y criterios de diseño asumidos.
- Cantidades de obra, unidades y métodos de medición, rubros o ítems a considerarse.
- Programa previsto (plazos definidos), alternativas analizadas y sus consecuencias técnico - económicas.
- Conclusiones a las que se ha llegado; y, además,
- Formular las recomendaciones que sean pertinentes.

Según corresponda, se acompañarán con los anexos necesarios, tales como: detalles de cálculos, datos para replanteo y reconstrucción de obras y servicios afectados, áreas de expropiación, modificaciones ecológicas, ambientales e hidrológicas predecibles, etc.

Dependiendo de la función que tengan que cumplir, las memorias pueden ser:

- ✓ Ejecutiva, se resumen superficialmente las características generales de la obra.

- ✓ Descriptiva, se detallan todos los aspectos técnicos, sociales, económicos y ambientales de la obra, así como la sustentación teórica los diseños adoptados.
- ✓ Técnica, contiene las especificaciones técnicas de la obra de una manera concreta, utilizadas para en la etapa constructiva y de mantenimiento, presentadas en escritos o planos.
- ✓ Topográfica, es el conjunto de planos que contienen la información del terreno y del proyecto necesarias para la implantación y ejecución de la obra, tales como la orografía de la zona, secciones tipo, ubicación geográfica, y demás.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto de tesis de la Avenida Jaime Roldós contiene las memorias descriptiva, técnica y topográfica, representadas en los capítulos de Estudio Preliminar y Diseño Definitivo, así como en los anexos y planos correspondientes. El resumen inicial del proyecto de tesis representaría, por así decirlo, la memoria ejecutiva.

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto vial en la Avenida Jaime Roldós producirá un gran desarrollo en la zona, tanto comercial como social, trayendo consigo beneficios económicos para el Cantón Milagro, elevará la autoestima de los habitantes y mejorará, de gran manera, la transportación urbana y cantonal. El desarrollo próximo a generarse se convertirá en un objetivo a alcanzar por parte de la comunidad, y para que se lleve a buen término, se deberán realizar ciertas privaciones y concesiones de su estilo de vida, esto es, aceptar los trabajos de construcción durante el tiempo de ejecución de la obra, que en algún momento podrían no agradar a muchos.

Para determinar el nivel del impacto que la ejecución de la obra producirá en el ambiente, se realizó un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de la Avenida Jaime Roldós, en el cual se valoran los efectos que producen las actividades del proyecto, sean o no favorables, y se determinan las medidas de mitigación de los principales impactos desfavorables. En el presente capítulo se mostrará, de una manera comprensible, la metodología utilizada en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

5.1. GENERALIDADES

En un sentido general, *Ambiente o Medio Ambiente* indica el entorno que agrupa a los seres vivos y el espacio donde viven disponiendo de los recursos naturales para su subsistencia. En dicho entorno se encuentran incluidos todos los materiales orgánicos e inorgánicos que desempeñan un rol en la existencia de cualquier organismo que viva dentro de ese ambiente.

La calidad del ambiente en el cual la gente vive, trabaja y se divierte, influye en grado considerable en la propia calidad de la vida. El ambiente puede ser satisfactorio y atractivo y permitir el desarrollo individual, o puede ser nocivo, irritante y atrofante. La mayor movilidad hecha posible gracias al transporte, local y cantonal, es altamente valorada por los actuales residentes de la ciudad. El transporte ha hecho que los habitantes pudieran disponer de más tiempo, más espacio y de mayores oportunidades de una vida más completa; por lo que puede considerarse un elemento de enriquecimiento de recursos (así como de uso de recursos) en la vida urbana. Una inadecuada alteración en el ambiente podría disminuir la calidad de vida en los habitantes, y todo lo que vendría con esta disminución. Para la elaboración del EIA se consideraron los factores sociales mencionados como los de mayor interés.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

5.2. MARCO LEGAL ECUATORIANO

En los últimos diez años la legislación ambiental ecuatoriana ha venido sufriendo grandes cambios, debido principalmente a la poca experiencia que se tiene en este campo, pero que va cobrando importancia, al punto que existen normas nacionales y municipales dispuestas a prevenir cualquier daño al ambiente en cada componente que lo integra. El Ministerio de Obras Públicas en sus estudios MOP-001-F-2000 ha normalizado los procedimientos de trabajo en lo referente al control del ambiente, incluyéndolos como deberes exigidos a cumplir por los constructores.

A nivel nacional, el Ministerio del Ambiente es el organismo que dicta, regula, supervisa y hace cumplir las normas técnicas ambientales, amparados bajo la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, de aplicación obligatoria y que rigen en todo el territorio nacional. En general, en la realización del Proyecto de la Avenida Jaime Roldós se consideraron las siguientes normas:

- ▣ Norma MOP-001-F-2000, en sus capítulos 100 y 200.
- ▣ Norma de Calidad de Aire Ambiente, particularmente en las secciones 4.1.2 y 4.1.3. En la Tabla 5.1 se muestran algunos niveles de alerta.

- ▣ Normas de Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y vibraciones, particularmente en la sección 4.1.1. En la Tabla 5.2 se muestran los niveles máximos permisibles de ruido según el uso de suelo.
- ▣ Norma de Calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, particularmente en las secciones 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.
- ▣ Ordenanzas Municipales vigentes.

TABLA 5.1. CONTAMINANTES COMUNES EN LA CALIDAD DEL AIRE^[1]

Contaminante y Período de Tiempo	Alerta	Alarma	Emergencia
<i>Monóxido de Carbono</i> Concentración promedio en ocho horas	15.000	30.000	40.000
<i>Oxidantes Fotoquímicos, expresados como ozono.</i> Concentración promedio en una hora	300	600	800
<i>Óxidos de Nitrógeno, como NO₂</i> Concentración promedio en una hora	1.200	2.300	3.000
<i>Dióxido de Azufre</i> Concentración promedio en veinticuatro horas	800	1.600	2.100
<i>Material Particulado PM₁₀ ^[2]</i> Concentración en veinticuatro horas	250	400	500

Nota:

^[1] Todos los valores de concentración expresados en microgramos por metro cúbico de aire, a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg.

^[2] Material particulado menor a 10 micrones.

TABLA 5.2. NIVELES MÁXIMOS DE RUIDOS PERMISIBLES SEGÚN EL USO DEL SUELO

Tipo de zona según uso del suelo	Nivel de presión sonora equivalente	
	NPS eq [dB(A)] ⁽¹⁾	
	De 06H00 a 20H00	De 20H00 a 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

⁽¹⁾ Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq)

Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A [dB(A)], que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total que el ruido medido.

Las leyes y normativas que rigen las actividades ambientales para obras de infraestructura, en el ámbito vial son las que a continuación se mencionan:

- ☞ La Constitución Política del Ecuador, en sus artículos 86 al 91 establece los lineamientos principales para preservar el medio ambiente y normar los procedimientos tendientes a un desarrollo sustentable.
- ☞ Ley de Gestión Ambiental (R.O. 245: 30-julio-1999), en sus capítulos segundo y tercero.

- ☞ Ley de Caminos y sus reglamentos (L. 1351 . R.O. 285: 64-julio-7), los artículos 37, 38 y 39 de la Ley hacen mención al cuidado del tránsito y manejo de desechos sólidos.

- ☞ Ley de Prevención de la Contaminación Ambiental y sus Reglamentos relativos al recurso agua, ruido, suelos y desechos sólidos (D.S. R.O. 374: 31mayo-1976), contiene parámetros de control y vigilancia para los elementos indicados.

- ☞ Ley de Aguas y su Reglamento General (D.S. R.O. 69: 30-mayo-1972), contiene la normativa pertinente a la prevención y control de la contaminación del agua, así como el manejo, conservación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de aguas.

- ☞ Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre y sus Reglamentos (L. 74-PLC. R.O. 64: 24-agosto-1981), establece las áreas naturales protegidas, sus clases y los procedimientos de intervención y manejo de las mismas.

- ☞ Ley de Tránsito y Transporte Terrestres, especialmente en lo concerniente al reglamento de las señales, luces y signos convencionales de tránsito.

- ☞ Ley de Patrimonio Cultural y sus reglamentos. En lo relativo a los procedimientos establecidos cuando se encuentren restos arqueológicos y de interés cultural y patrimonial nacionales.

5.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Avenida Jaime Roldós se encuentra ubicada dentro del Cantón Milagro, tiene una longitud proyectada de 3.054 metros, que empieza en la intersección con la Vía Virgen de Fátima – Milagro, y termina en la intersección con la Vía Naranjito – Milagro. La zona atravesada por la vía presenta las características siguientes:

- ※ El trazado de la vía está determinado, los asentamientos producidos han respetado el ancho de la misma.
- ※ La vía es transitable durante el verano e intransitable durante el invierno.
- ※ Actualmente la vía está conformada por material clasificado como grava, medianamente compactado.
- ※ En el margen izquierdo de la vía predominan las edificaciones de concreto, mientras que en el margen derecho, asentamientos no legalizados.
- ※ Existen dos establecimientos educativos en funcionamiento: el Colegio Técnico Nacional Milagro, en la abscisa 0 + 540, y una Escuela en la abscisa 1 + 600.
- ※ La zona carece de un servicio de alcantarillado para aguas lluvias y aguas servidas, y del servicio de agua potable a domicilio.

- ✱ Existe el servicio de energía eléctrica y de telefonía, los cuales tienen sus estructuras establecidas en lo referente a postes y cableado.
- ✱ El tránsito en la Avenida es bajo, alrededor de 15 carros por hora, y la velocidad de circulación es baja, entre 15 y 30 kilómetros por hora, debido a que el estado de la vía no favorece mayores velocidades.
- ✱ La presencia de animales domésticos es baja, no se ha detectado algún tipo de animal de ganado, tales como vacas, caballos, chanchos.
- ✱ El suelo que se encuentra desde la abscisa 2 + 400 en adelante, en el margen derecho de la vía, es utilizado para la agricultura en el cultivo de arroz.
- ✱ Los solares vacíos se encuentran en una numerosa longitud de vía.
- ✱ El tipo de vegetación de la zona es común, silvestre, la presencia de árboles es baja, los que se encuentran no son frutales.
- ✱ Se asume la presencia de pozos sépticos y letrinas en los lugares con asentamientos no legalizados. Se asume también que los desperdicios sólidos los entierran, los queman o los depositan en solares vacíos.
- ✱ A lo largo de la Avenida se denota la presencia de desperdicios sólidos plásticos, tales como botellas, fundas, envolturas de caramelos, envases y botellones de agua. También están presentes desperdicios sólidos orgánicos como cáscaras de frutas.



5.4. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El término *metodología* se refiere a planteamientos estructurados de cómo se llevaron a cabo las actividades básicas en la elaboración del *EIA*. En el estudio de impacto ambiental se realizaron varias tareas, entre las que se incluyen la descripción de las actividades del proyecto, la descripción del medio afectado, la predicción y estimación de impactos mediante matrices de valoración, la identificación de los impactos significativos, la selección de las alternativas para mitigar los impactos, y el resumen y presentación del informe de valoración ambiental. Cabe destacar que los objetivos de estas tareas son distintos, como lo son las metodologías necesarias para complementar dichas tareas.

5.4.1. SELECCIÓN DE LA MATRIZ

Las matrices interactivas de causa – efecto fueron una de las primeras metodologías de *EIA* que surgieron. Una “matriz interactiva simple” muestra las actividades del proyecto en un eje y los componentes ambientales afectados a lo largo del otro eje de la matriz. Cuando se espera que una actividad determinada provoque un cambio en un factor ambiental, este se denota en la intersección de la matriz en donde se describe su incidencia, magnitud e importancia.



Una modificación de la matriz interactiva simple, la que se utilizó en el proyecto de la Avenida Jaime Roldós, es crear matrices con las mismas actividades y componentes ambientales, de las cuales se tendrán que valorar si el impacto causado por la actividad sobre el componente ambiental es favorable o desfavorable, la intensidad, duración y extensión que tendrán, realizando una sumatoria total al final. Dentro de las matrices de causa y efecto, la desarrollada por el Dr. Luna Leopold et al, para el Servicio Geológico de los Estados Unidos en 1971, es la más requerida por los organismos estatales; la matriz recoge una lista de aproximadamente 100 acciones y 90 elementos ambientales. Al utilizar la matriz de Leopold, se debe considerar cada acción y su potencial de impacto sobre cada elemento ambiental, valorando la magnitud, importancia e incidencia, beneficiosa o no, de la acción.

5.4.2. MATRICES DE VALORACIÓN

En el proyecto de la Avenida Jaime Roldós se utilizaron cuatro matrices de valoración, a saber:

- Beneficios
- Duración
- Intensidad
- Extensión

- ✓ **Matriz de Beneficios**, es la matriz en donde se determina si el impacto que produce la actividad sobre el componente ambiental es beneficioso o no. Se lo pondera con un signo positivo (+), si el impacto es beneficioso; y, negativo (-), si el impacto producido perjudica al componente ambiental. En el caso de que la actividad no produzca impacto alguno, se deja el espacio en blanco.

- ✓ **Matriz de Intensidad**, es en donde se determina la magnitud del impacto que la actividad puede producir sobre el componente. Se valora con la letra "B" cuando la intensidad se considere Baja; con la letra "M", cuando se considere Mediana; y, con la letra "A", cuando el impacto tenga una intensidad Alta. Si el impacto fuera negativo, la intensidad del impacto, según la valoración hecha, será de *"poco contaminante"*, *"medianamente contaminante"* y *"altamente contaminante"*. Cuando no se produzca impacto sobre el componente ambiental por parte de la actividad realizada, se deja el espacio en blanco.

- ✓ **Matriz de Duración**, como su nombre lo indica, en esta matriz se evalúa el tiempo en el cual el impacto permanece activo sobre el componente ambiental afectado. Se denota con una letra "C" cuando el impacto es corto y dura lo que dura la actividad; con la letra "E", cuando el impacto es extenso o largo, con un período de duración entre los 6 y los 12 meses; y, con la letra "P", si el impacto producido se considera permanente. Si se

considera que el impacto no tiene duración, se lo denota con el espacio en blanco.

- ✓ **Matriz de Extensión**, es la matriz que considera el ámbito en el cual se desarrolla el impacto sobre el componente, y que puede ser Local o Regional. Para esto se determinaron áreas de influencia directa e indirecta, de tal forma que si el impacto se produce dentro del área de influencia directa se considera que es un impacto Local y se lo denota con la letra "L"; de igual manera, si el impacto se considera que se produce dentro del área de influencia indirecta, es un impacto Regional y se lo denota con la letra "R". Un espacio en blanco significa que el impacto no afecta al componente de ninguna manera.

⇒ **Valoración Cuantitativa**

Para poder realizar una valoración cuantitativa de las matrices interactivas, se utilizó un sistema de puntuación para cada matriz, que se resume en la Tabla 5.3 mostrada a continuación:

TABLA 5.3. SISTEMA DE VALORACIÓN DE LAS MATRICES

Matriz	Valoración	Puntaje	Significancia
Beneficios	+	+1	Beneficioso
	-	-1	Perjudicial
Intensidad	B	1	Bajo
	M	2	Medio
	A	3	Alto
Duración	C	1	Corto
	E	2	Extenso
	P	3	Permanente
Extensión	L	1	Local
	R	2	Regional

⇒ **Determinación del área de influencia**

Como se ha mencionado, la matriz de extensión depende del área de influencia que se adoptó en el estudio de impacto ambiental. Se denomina *área de influencia* a la superficie sobre la cual se va a desarrollar el impacto, y a medida que se va alejando del sitio en el cual se produjo la actividad, el impacto tiende a disminuir; por lo que un área de influencia directa es en donde se produce el impacto inmediatamente después de que la actividad sea realizada; y, un área de influencia indirecta, en donde el impacto se produce algún tiempo después de haberse ejecutado la actividad.

Para el estudio del impacto ambiental en la Avenida Jaime Roldós, se determinó como *área de influencia directa* al perímetro urbano de Milagro; y, fuera del perímetro urbano de Milagro, como *área de influencia indirecta*.

5.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En un Estudio de Impacto Ambiental es necesario conocer las actividades que se realizarán para poder predecir los impactos que dicha actividad cause. Los impactos generados pueden ser de gran magnitud como de poca magnitud, según la actividad, y las medidas para prevenir o mitigar el impacto pueden resultar complejas o sencillas. En el presente estudio ambiental se analizaron aquellas actividades consideradas básicas e importantes en el proyecto de la vía, para permitir que las matrices interactivas de causa y efecto utilizadas sean comprensibles y de gran utilidad en la valoración final. Las actividades analizadas son las consideradas de mayor relevancia y se las describen, de manera general, a continuación. Las descripciones de las actividades han sido tomadas del MOP-001-F-2000.

- a) **Replanteo.** Este trabajo consistirá en la demarcación en el terreno de todos los puntos de control del proyecto necesarios para realizar la obra.
- b) **Desbosque, desbroce y limpieza.** Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarascas; también se incluyen la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador. Se contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

- c) **Excavación sin clasificación.** Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo marginal y roca. Estos trabajos consistirán en excavación, transporte, desecho, colocación, manipuleo, humedecimiento y compactación del material necesario a remover en todo trabajo de movimiento de tierras y que sea requerido en la construcción del camino.
- d) **Acabado de la obra básica.** Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. Este trabajo será realizado en dos casos fundamentales, cuando el acabado se ejecute en plataforma nueva y cuando se trate de trabajos de mejoramiento o complementarios de la plataforma ya existente.
- e) **Transporte de material de excavación (transporte libre 500 metros).** Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino.
- f) **Base asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 Km).** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base de hormigón asfáltico mezclado en planta central en caliente, colocadas sobre la capa de subrasante previamente preparada y aceptada, y de conformidad con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecidos en los planos contractuales.



- g) **Hormigón $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ (incluye encofrado).** Consiste en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente. Se incluye la imprimación asfáltica para ganar adherencia entre las capas de base y rodadura.
- h) **Señalización horizontal (franjas de 0,10 m de ancho).** Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.
- i) **Acero de refuerzo $f_y=4200$.** Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para hormigón de la clase, tipo y dimensiones señalados en los documentos contractuales.
- j) **Acero estructural $f_y=4200$.** Este trabajo consistirá en la construcción de estructuras de acero, de acuerdo a los detalles indicados en los planos, en la forma establecida en estas especificaciones y en las disposiciones especiales. El Contratista suministrará, fabricará y erigirá las estructuras de acero, construirá y retirará todas las construcciones provisionales, y realizará todos los trabajos requeridos para la terminación total de las estructuras de acero.
- k) **Bordillo cuneta tipo B2.** Este trabajo consistirá en la construcción de aceras, bordillos de hormigón y entradas particulares, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los detalles indicados en los planos o

fijados por el Fiscalizador. También comprenderá la construcción de bordillos y cunetas combinados. Si no se indica de otra manera en los planos, el hormigón a utilizarse será clase B.

- l) **Bordillo parterre.** Este trabajo consistirá en la construcción de bordillos de hormigón y pavimentación de islas divisorias, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los detalles con los detalles indicados en los planos o fijados por el Fiscalizador.
- m) **Sumidero (incluye rejilla).** Este trabajo consistirá en la construcción de desagües especiales que comprenderán sumideros, con sus obras conexas, para evacuar el agua de la superficie de la calzada y conducirla hacia las cunetas laterales de manera tal que se evite la erosión de la obra básica, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones fijados en los planos o indicados por el Fiscalizador.
- n) **Tubería de hormigón armado de 10" y 30" (incluye transporte).** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, sifones y otros conductos de tubería de hormigón armado de las clases, tamaños y dimensiones estipulados en los documentos contractuales. Serán instalados en los lugares señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos y pendientes indicados.
- o) **Excavación y relleno manual para estructuras menores.** Estos trabajos consistirán en excavación, transporte, desecho, colocación, manipuleo,

humedecimiento y compactación del material necesario a remover para la construcción de estructuras menores (isletas de tránsito, drenaje y otras).

- p) **Mitigación ambiental.** Consiste en la aplicación de las medidas determinadas en el Estudio de Impacto Ambiental que sirvan para disminuir los impactos que afecten a los componentes ambientales, y en algunos casos eliminarlos.

5.6. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES AFECTADOS

Los componentes ambientales que se verían afectados por las actividades del proyecto se encuentran dentro de tres grandes grupos: el medio físico, medio biótico y medio socio – económico, cada uno de los cuales se los analiza a continuación.

5.6.1. MEDIO FÍSICO

El medio físico comprende los siguientes cuatro elementos:

- | | |
|------------------------|---------------------|
| a) Drenaje Superficial | c) Calidad del Agua |
| b) Calidad del Suelo | d) Calidad del Aire |

- a) **Drenaje superficial.** Comprende todo cauce natural o artificial que sirva para conducir el agua de escorrentía en la zona. Actualmente, el drenaje superficial es casi nulo.

- b) **Calidad del suelo.** Se refiere a la preservación de las características físicas, químicas y biológicas naturales del recurso suelo, reconociendo que el uso actual del suelo es residencial y agrícola, y que en algunos tramos los asentamientos no se encuentran legalizados.
- c) **Calidad del agua.** El agua por ser un elemento vital en el ambiente merece un cuidado especial. Comprenderá todo cuerpo acuífero que se encuentre en la zona, el destino de las aguas lluvias y los diferentes depósitos de agua para consumo humano que existan. El sistema de alcantarillado de agua potable existe en un porcentaje bajo.
- d) **Calidad del aire.** Se define como contaminación del aire a la presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente. Actualmente el tránsito vehicular en la vía es bajo, esto indica que el aire presenta una baja concentración de dióxido de carbono emanado por los vehículos. Las zanjas abiertas en pocos tramos presentan malos olores especialmente en días calurosos.

5.6.2. MEDIO BIÓTICO

El medio biótico se consideran los siguientes tres elementos:



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

a) Cobertura Vegetal

b) Flora

c) Fauna

a) **Cobertura vegetal.** Comprende todo lo que se encuentre dentro los primeros 5 o 10 centímetros de suelo, que sirvan para consumo humano o agrícola. La mayor parte de los terrenos vacíos en la avenida se encuentran cubiertos por maleza, muy pocos son utilizados para la siembra.

b) **Flora.** Se consideró todo tipo de árboles, arbustos y flores que crecen en la zona, algunos son utilizados como cercas vivas, otros como fuente de consumo humano y otros más son utilizados para ornato. No se han encontrado reportes especiales de Fundación Natura de algún tipo de flora única dentro de la zona; desde las abscisas 2 + 400 en adelante se hallan la mayor cantidad de flora silvestre, incluyendo árboles de mango y ciruela.

c) **Fauna.** Abarca todo tipo de animal, sea vertebrado o no, que se encuentre en la zona. La mayor parte de la fauna encontrada pertenece a animales domésticos tales como perros y gatos; algunos habitantes se dedican a la avicultura y a la apicultura informal, que se asume es para consumo humano propio; por la presencia de desechos sólidos en algunos solares vacíos se asume la presencia de ratas y ratones, aunque no se ha determinado su magnitud; dentro de las zanjas abiertas se ha advertido la presencia de peces, que en algunos casos son

pescados por los habitantes, así también se asume la formación de insectos nocivos para el hombre.

No se encontraron lugares destinados a la ganadería, aunque la presencia de caballos, burros y mulas es baja, destinados, en su mayoría, al transporte de carga. Entre las aves, se encuentran las comunes de la zona, Fundación Natura no reporta el caso de aves en peligro de extinción o especiales en la zona. Dentro de los reptiles, las lagartijas e iguanas conforman la mayoría, aunque se asume la presencia de culebras y víboras en las zonas de mayor flora.

5.6.3. MEDIO SOCIO – ECONÓMICO

Dentro del medio socio – económico se encuentran los siguientes cinco elementos:

- a) Seguridad y Salud Laboral
 - b) Servicios Básicos
 - c) Valor Inmobiliario
 - d) Paisajismo
 - e) Tránsito Vehicular
- a) **Seguridad y salud laboral.** Comprende la protección a las personas que serán empleadas en la construcción de la vía así como de los habitantes de la zona, durante la ejecución de las actividades. El Ministerio de Salud Pública no ha

reportado brotes de epidemias en la zona; los focos de infección de enfermedades lo constituyen, mayormente, las zanjas abiertas llenas de agua y las escombreras de desechos sólidos. En el proyecto no se tiene previsto manejar materiales tóxicos, explosivos o peligrosos para la seguridad humana. El uso de maquinaria pesada será uno de las posibles causas de accidentes.

b) **Servicios básicos.** Se considera como servicios básicos a aquellos que ayuden al hombre a tener un nivel de vida digno, tales como: agua potable, energía eléctrica, teléfono, alcantarillado de aguas lluvias y aguas servidas. El servicio de agua potable es irregular, los habitantes recurren a la adquisición del líquido por medio de carros tanqueros. La zona cuenta con el servicio de energía eléctrica, mediante el cableado y postes; el servicio de telefonía es limitado y bajo, se asume que un reducido número de residencias poseen este servicio. Los sistemas de alcantarillado no se encuentran en la vía; se conoce que los estudios del alcantarillado se encuentran realizados y en la fase final para poder ejecutarse.

c) **Valor Inmobiliario.** Se refieren al valor económico que tengan las construcciones, ubicadas a lo largo de la vía, al momento de iniciar los trabajos comparándolos con los valores que tendrían al culminarlos. En base a la historia, se sabe que una vía en buen estado aumenta el valor de las construcciones aledañas, y actualmente la vía no brinda las comodidades básicas para los habitantes; por lo que se asume que el valor actual del inmueble se verá beneficiado una vez que acaben los trabajos de construcción de la vía.

- d) **Paisajismo.** Se considera al paisaje como un factor primordial en la calidad de vida de las personas, aumentando su estima y el confort en el lugar donde viven. Se analizó el paisajismo como un conjunto armónico entre lo que se ve, lo que se escucha y lo que se siente. Este factor puede resultar complejo de evaluar por las costumbres que tengan cada persona. La vía presenta un estado no agradable a la vista, con aceras destruidas, y solares vacíos convertidos en depósitos de desechos sólidos. El paisaje se puede ver disminuido con la presencia de maquinaria pesada y semi-pesada transitando por el lugar, el ruido que estas generen y el vibrar que provoquen.
- e) **Tránsito vehicular.** Comprende la fluidez del tránsito en la Avenida Jaime Roldós, Vía Milagro – Naranjito y Vía Milagro – Virgen de Fátima, consideradas como las vías que recibirán el impacto en forma directa. El tránsito vehicular es bajo en la Avenida y alto en las Vías, por lo que en la avenida no se producirá un impacto de gran magnitud; se tiene proyectado transportar material importado desde las canteras ubicadas en el Cantón Durán, por lo que la Vía a Virgen de Fátima sufrirá un mayor impacto.

5.7. MATRIZ DE VALORACIÓN

La matriz de valoración total de los impactos causados por las actividades del proyecto, que se puede ver en la Tabla 5.4, está compuesta, como se ha indicado, por las matrices de Beneficios, Intensidad, Duración y Extensión mostradas en las

Tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 en su respectivo orden. En la parte superior de la matriz se enuncian las actividades a realizarse en el proyecto; en la parte izquierda de la matriz se mencionan los componentes ambientales afectados, agrupados según el medio al cual pertenecen. En el recuadro superior izquierdo, se muestra la nomenclatura utilizada con una breve descripción. Sólo en la matriz de valoración final se adicionan dos columnas y dos renglones más, que representan la sumatoria de los impactos producidos por cada actividad, mostrados en la parte inferior, y la sumatoria de los impactos en cada componente ambiental. Se muestran también, los porcentajes respectivos, sombreando los más representativos; los valores negativos en los porcentajes indican que son impactos beneficiosos, al contrario, valores positivos, impactos perjudiciales.

TABLA 5.4. MATRIZ DE VALORACIÓN FINAL

Notación: número Impacto perjudicial negativo: porcentaje Impacto perjudicial sombreado: significativo porcentaje Impacto beneficioso negativo:		Actividades en la Fase Constructiva											Total	%
		Replanteo	Desbroce y limpieza	Excavación sin clasificación y desajo	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	Acabado de obra básica	Transporte de material	Construcción de bordillos cuneta y bordillos parterre	Instalación de sumideros y tuberías de 10" y 30"	Base Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	Carpeta Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	Señalización horizontal		
Componentes Ambientales Afectados	Medio Físico													
	Drenaje Superficial	-3	-3	-5	-4	-6	0	-6	7	3	6	0	-11	8%
	Calidad del Suelo	-3	-3	-4	-7	-3	-3	-3	-5	-4	4	-3	-34	23%
	Calidad del Agua	0	0	-3	0	-3	-3	0	3	0	0	0	-6	4%
	Calidad del Aire	0	0	-4	-3	-3	-4	-3	-4	-3	-4	0	-28	19%
	Medio Biótico													
	Cobertura Vegetal	-3	-3	-5	-5	5	-3	0	0	0	0	4	-10	7%
	Flora	0	-4	-5	-3	5	0	0	0	0	3	4	0	0%
	Fauna	0	-5	-6	-4	5	-3	0	0	0	3	4	-6	4%
	Medio Socio - Económico													
	Seguridad y Salud Laboral	0	-3	-3	-3	-4	-4	-3	-3	-4	-4	4	-27	19%
	Servicios Básicos	0	0	0	-3	-3	0	-3	3	-4	3	0	-7	5%
	Valor Inmobiliario	0	3	-3	-3	-3	0	3	4	3	3	4	11	-8%
	Paisajismo	0	3	-3	-4	-4	-3	5	-3	-3	6	5	-1	1%
	Tránsito Vehicular	-3	0	-3	-4	-4	-7	3	-4	-5	-4	5	-26	18%
	Sumatoria Σ	-12	-15	-44	-43	-18	-30	-7	-2	-17	16	27	-145	
Porcentaje %	8%	10%	30%	30%	12%	21%	5%	1%	12%	-11%	-19%	100%	Σ	

TABLA 5.6. MATRIZ N° 2 DE IMPACTOS: INTENSIDAD

Notación: B : Baja, poco contaminante M : Media, media contaminante A : Alta, muy contaminante (blanco) : No afecta al componente		Actividades del Proyecto										
		Replanteo	Desbroce y limpieza	Excavación sin clasificación y desalajo	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	Acabado de obra básica	Transporte de material	Construcción de bordillos cuneta y bordillos parterre	Instalación de sumideros y tuberías de 10" y 30"	Base Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	Carpeta Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	Señalización horizontal
Componentes Ambientales Afectados	Medio Físico											
	Drenaje Superficial	B	B	A	B	B		B	M	B	M	
	Calidad del Suelo	B	B	M	A	B	B	B	M	M	M	B
	Calidad del Agua		B	B		B	B		B			
	Calidad del Aire		B	M	B	B	M	B	M	B	M	
	Medio Biótico											
	Cobertura Vegetal	B	B	B	B	B	B	B	M			M
	Flora		M	M	B	B					B	M
	Fauna		M	M	B	B	B				B	M
	Medio Socio - Económico											
	Seguridad y Salud Laboral		B	B	B	M	M	B	B	M	M	M
	Servicios Básicos		B		B	B		B	B	M	B	
	Valor Inmobiliario		B	B	B	B		B	M	B	B	M
	Paisajismo		B	B	M	M	B	B	B	B	M	M
Tránsito Vehicular	B	B	B	M	M	A	B	M	A	M	M	

TABLA 5.7. MATRIZ N° 3 DE IMPACTOS: DURACIÓN

Notación:		Actividades del Proyecto										
		Replanteo	Desbroce y limpieza	Excavación sin clasificación y desalojo	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	Acabado de obra básica	Transporte de material	Construcción de bordillos cuneta y bordillos parterre	Instalación de sumideros y tuberías de 10" y 30"	Base Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	Carpeta Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	Señalización horizontal
C : Corto, tiempo que dura la actividad												
E : Extenso, Largo, entre 6 y 12 meses												
P : Permanente												
(blanco) : No afecta al componente												
Componentes Ambientales Afectados	Medio Físico											
	Drenaje Superficial	C	C	C	C	P		P	P	C	P	
	Calidad del Suelo	C	C	C	P	C	C	C	E	C	C	C
	Calidad del Agua		C	C		C	C		C			
	Calidad del Aire		C	C	C	C	C	C	C	C	C	
	Medio Biótico											
	Cobertura Vegetal	C	C	P	P	P	C	P	P			C
	Flora		C	E	C	P					C	C
	Fauna		C	E	C	P	C				C	C
	Medio Socio - Económico											
	Seguridad y Salud Laboral		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Servicios Básicos		C		C	C		C	C	C	C	
	Valor Inmobiliario		C	C	C	C		C	C	C	C	C
Paisajismo		C	C	C	C	C	P	C	C	P	C	
Tránsito Vehicular	C	C	C	C	C	E	C	C	C	C	C	

TABLA 5.8. MATRIZ N° 4 DE IMPACTOS: EXTENSIÓN

Notación: L : Local, área de influencia directa R : Regional, área de influencia indirecta (blanco) : No afecta al componente		Actividades en la Fase Constructiva										
		Replanteo	Desbroce y limpieza	Excavación sin clasificación y desalado	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	Acabado de obra básica	Transporte de material	Construcción de bordillos cuneta y bordillos parterre	Instalación de sumideros y tuberías de 10" y 30"	Base Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	Carpeta Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	Señalización horizontal
Componentes Ambientales Afectados	Medio Físico											
	Drenaje Superficial	L	L	L	R	R		R	R	L	L	
	Calidad del Suelo	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Calidad del Agua		L	L		L	L		L			
	Calidad del Aire		L	L	L	L	L	L	L	L	L	
	Medio Biótico											
	Cobertura Vegetal	L	L	L	L	L	L	L	L			L
	Flora		L	L	L	L					L	L
	Fauna		R	R	R	L	L				L	L
	Medio Socio - Económico											
	Seguridad y Salud Laboral		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Servicios Básicos		L		L	L		L	L	L	L	
	Valor Inmobiliario		L	L	L	L		L	L	L	L	L
Paisajismo		L	L	L	L	L	L	L	L	L	R	
Tránsito Vehicular	L	L	L	L	L	R	L	L	L	L	R	

8. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

De la Tabla 5.4 que contiene la matriz de valoración total de los impactos, se puede identificar a aquellas actividades que producirán los mayores impactos perjudiciales en el proyecto de la Avenida Jaime Roldós; esta identificación servirá para adoptar las medidas de mitigación necesarias para preservar el medio ambiente. En la Tabla 5.9 se muestran las actividades que generan los impactos, dentro las cuales, las primeras 5 actividades se consideran como las que producirán los impactos más significativos.

Se identifican los impactos más significativos porque de manera general toda actividad producirá un impacto, y si se adoptaran medidas de mitigación para cada actividad, el valor de estas medidas podría duplicar el costo total de la obra, lo que desde el punto de vista económico, el proyecto se volvería no factible. La metodología empleada para identificar los impactos significativos fue de analizar los porcentajes y reconocer a aquellos que exceden en dos veces la media aritmética.



BIBLIOTECA FICT
-SPOL

TABLA 5.9. RESUMEN DE IMPACTOS POR ACTIVIDADES

Actividad	Impacto %	Criterio
Excavación sin clasificación y desalojo	30%	Perjudicial
Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	30%	Perjudicial
Transporte de material	21%	Perjudicial
Acabado de obra básica	12%	Perjudicial
Base Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	12%	Perjudicial
Desbroce y limpieza	10%	Perjudicial
Replanteo	8%	Perjudicial
Construcción de bordillos cuneta y bordillos parterre	5%	Perjudicial
Instalación de sumideros y tuberías de 10" y 30"	1%	Perjudicial
Carpeta Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)	-11%	Beneficioso
Señalización horizontal	-19%	Beneficioso

Los valores negativos indican que las correspondientes actividades generan impactos beneficiosos. Se puede notar que las actividades relacionadas con el movimiento de tierra y el transporte de material generan los mayores impactos perjudiciales para el ambiente en donde se realice el proyecto, por tal motivo estas actividades deben controlarse para evitar daños mayores al ambiente. En las Tablas 5.10, 5.11 y 5.12 se muestran los componentes ambientales afectados: físico, biótico y socio-económico, respectivamente, por las actividades del proyecto.

TABLA 5.10. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: MEDIO FÍSICO

Nº	Medio Físico	Impacto	Criterio
1	Calidad del Aire	19%	Perjudicial
2	Calidad del Suelo	23%	Perjudicial
3	Calidad del Agua	4%	Perjudicial
4	Drenaje Superficial	8%	Perjudicial

TABLA 5.11. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: MEDIO BIÓTICO

Nº	Medio Biótico	Impacto	Criterio
1	Fauna	4%	Perjudicial
2	Flora	0%	Beneficioso
3	Cobertura Vegetal	7%	Perjudicial

TABLA 5.12. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: MEDIO SOCIO – ECONÓMICO

Nº	Medio Socio - Económico	Impacto	Criterio
1	Seguridad y Salud Laboral	19%	Perjudicial
2	Tránsito Vehicular	18%	Perjudicial
3	Servicios Básicos	5%	Perjudicial
4	Paisajismo	1%	Perjudicial
5	Valor Inmobiliario	-8%	Beneficioso

De las tablas anteriores se puede decir lo siguiente:

- ✓ Como se indicó, las actividades relacionadas con el movimiento de tierras y el transporte de material constituyen un serio contaminante, pero que pueden ser controlados eficientemente.
- ✓ Los componentes afectados mayormente son: la calidad del aire y del suelo, la seguridad y salud laboral, el tránsito vehicular, la cobertura vegetal y la fauna. Excluyendo las dos últimas, los restantes componentes mencionados se encuentran dentro de lo previsto por el tipo de obra que se realizará.
- ✓ El impacto que genera la obra terminada y en operación resultará beneficioso, por lo que es viable su ejecución desde el punto de vista ambiental.

5.9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Una vez identificados los impactos más significativos que se pueden ocasionar en la construcción de la Avenida Jaime Roldós, es necesario encontrar algún tipo de acción para disminuir los impactos y en algunos casos eliminarlos. Con el fin de preservar el ambiente, en especial los componentes que reciban mayor impacto, durante el período de ejecución de la obra se tendrán que realizar las siguientes actividades:

- a) **Calidad del aire.** El control de polvo se lo hará mediante el empleo de agua que será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. La maquinaria a utilizar en el transporte de material y movimiento de tierras, estarán en buen estado, de tal manera que las emisiones de gases estén dentro de los límites tolerables, según la Tabla 5.1. Las maquinarias que lo necesiten tendrán silenciadores de escape para disminuir el nivel de ruido que se genere.
- b) **Seguridad y salud laboral.** Para minimizar los riesgos de trabajo, se proveerá al personal de obra con cascos protectores, mascarillas de polvo y demás implementos que se crean necesarios de utilizar. Los equipos que transporten material contarán con lonas de recubrimiento para evitar el vertido de material durante el acarreo. Se colocarán las señales de prevención que sean necesarias con el fin de proteger a los habitantes de la zona de cualquier accidente.
- c) **Calidad del suelo.** Se evitará la compactación de los suelos en donde no se ejecutará obra alguna. El parqueo y mantenimiento de la maquinaria se la realizará, de ser posible, sobre terreno compactado e impermeabilizado para prevenir que los excedentes de aceite, grasa y combustible se derramen y contaminen el suelo. Se determinará un lugar que sirva para servicios higiénicos, que será rellenado y compactado por capas una vez que se termine la obra.

- d) **Flora y Fauna.** No se incendiará ni se utilizará combustible en las actividades de desbroce, así como el uso de productos agroquímicos. Se controlará la presencia de animales domésticos durante la ejecución de la obra. Se prohibirá la caza y tráfico de animales sin motivo alguno.
- e) **Tránsito Vehicular.** Se garantizará en lo posible la comodidad y seguridad del tránsito público que atraviese la Avenida, así como evitar congestionamientos vehiculares en las vías próximas. Se dará señalización vial a la obra, indicando desvíos, cruces, y cualquier tipo de información.

5.10. VALORACIÓN AMBIENTAL

La zona en la cual está proyectada la Avenida Jaime Roldós, no presenta algún tipo de ecosistema en peligro. Los cuerpos de agua importantes se encuentran fuera del área directa de influencia; el terreno presenta una topografía llana y a menos de 40 metros sobre el nivel del mar, por lo que los contaminantes del aire se pueden disipar fácilmente; el uso del suelo es residencial y agrícola en ciertos tramos, y se tiene proyectada a la zona como un área urbanizable.

Los impactos que ya se están dando en la Avenida son producidos, mayormente, por los habitantes del lugar, por lo que se cree necesaria la presencia de obras civiles que regulen aquellos impactos, tales como obras viales, sistemas de alcantarillado,

áreas de oxigenación y recreación, regularización de los servicios públicos, y algunas otras obras más. Los beneficios que trae consigo una Avenida en buen estado son grandes, tales como aumento de la estima de los habitantes, crecimiento en la economía local, disminución de tiempos de recorrido y varios más.

La metodología de valoración empleada puede dar una calificación negativa máxima a una actividad de 8 por medio afectado, sabiendo que son 12 los medios analizados, la actividad tendrá entonces un total de 96 puntos. Como se calificaron 11 actividades, la matriz de valoración podrá tener un total máximo de - 1.056 (negativo por ser el impacto perjudicial). De la Tabla 5.4, el proyecto de la Avenida Jaime Roldós obtuvo una valoración de - 145 puntos, que corresponde a un 14% respecto de la calificación más desfavorable, por lo que se puede aceptar como justificable y factible la ejecución del proyecto desde el punto de vista ambiental, controlando que se ejecuten eficientemente las medidas de mitigación mencionadas en la Sección 5.9.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los estudios efectuados en la Avenida Jaime Roldós, observando las consideraciones realizadas en cada capítulo del presente proyecto de tesis y revisando los diseños definitivos, se puede concluir y recomendar lo siguiente:

1. La Avenida Jaime Roldós es una vía urbana colectora principal, que se encuentra en un sector residencial en constante crecimiento, dentro del cantón Milagro, cuyas coordenadas geográficas en la abscisa de inicio, 0 + 000, son Norte: 9°763.370 y Este: 656.127; y en la abscisa de fin, 3 + 060, son Norte: 9°763.600 y Este: 658.100.
2. Los elementos técnicos utilizados se fundamentan en las normas de diseño de vías del Ministerio de Obras Públicas, las que se ven limitadas en su aplicación por las características de la zona urbana con una alta densidad poblacional, lo cual se recomienda tenerlo en cuenta en el diseño de este tipo de vías.
3. El alineamiento horizontal de la Avenida Jaime Roldós quedó conformado por el diseño de cinco curvas circulares horizontales simples, de las cuales, la curva # 3, en la abscisa del punto de inflexión 1 + 634, coincide con una intersección, en donde convergen varios caminos, originando un conflicto vial. El diseño del

peralte y sobre ancho en las curvas no se lo realizó, considerando el numeral 2 de las presentes conclusiones.

4. El alineamiento vertical de la Avenida Jaime Roldós quedó diseñado con la determinación de las cotas de la línea de rasante en función de las cotas de inundación normales en la zona. La topografía de la zona no permite el diseño de curvas verticales por la poca diferencia de cotas.
5. La sección tipo de la Avenida Jaime Roldós tiene un ancho total de 20 metros compuesto como sigue: cuatro carriles de 3,65 metros de ancho, dos por sentido de circulación; parterre central de 70 centímetros; dos bordillos tipo B-2E centrales de 40 centímetros, y dos bordillos tipo B-2 laterales de 66 centímetros; aceras con 129 centímetros de ancho. Pendiente transversal doble del 2% en cada sentido de circulación, como se muestran en los planos. Se recomienda revisar en campo el ancho de la acera, el cual puede variar dependiendo de la cercanía de edificaciones existentes.
6. El diseño del pavimento de la Avenida Jaime Roldós está compuesto por una capa de subrasante mejorada con material seleccionado con un CBR del 30% en un espesor de 50 centímetros en cada carril de la vía; una capa de base asfáltica de 22 centímetros de espesor y una capa de rodadura asfáltica con 10 centímetros de espesor.
7. Se realizó el diseño de tres intersecciones a nivel, en las abscisas 0 + 000, 1 + 520 y 3 + 060, las cuales están destinadas a solucionar los conflictos de tránsito dentro de los primeros años de operación de la Avenida Jaime Roldós. Se



recomienda el estudio de la propuesta del diseño preliminar de intersecciones a desnivel como proyecto a largo plazo.

8. La evaluación ambiental en el proceso de construcción de la vía determina implementar medidas de mitigación, principalmente, durante la ejecución de las actividades de mejoramiento de la subrasante, acabado de obra básica y transporte de material. Los recursos suelos, aire y tránsito vehicular son los componentes ambientales mayormente afectados. En las evaluaciones ambientales es recomendable tener un equipo de profesionales con experiencia en el tema para no sobrevalorar las matrices de causa y efecto.
9. La ejecución de la Avenida Jaime Roldós tiene un presupuesto general, a noviembre del 2004, de \$ 1'566.220,30. Se recomienda, en el caso de ser construida, actualizar los precios de los rubros del proyecto a la fecha.
10. Se complementa el diseño vial con la determinación de la ubicación de los dispositivos de control de tránsito básicos en la operación de la Avenida Jaime Roldós, como se muestra en los planos. Se recomienda la implementación de dispositivos de control de tránsito electrónicos, tales como el semáforo, a un mediano plazo.
11. La Avenida Jaime Roldós, en estado operativo, servirá de enlace perimetral entre dos vías concesionadas por el H. Consejo Provincial del Guayas, como son, Vía Virgen de Fátima – Milagro y Vía Naranjito – Milagro, preservando las vías urbanas céntricas del tránsito pesado.

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO (AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS)**, Highway Design Manual, USA, 2003
- ALFONSO MONTEJO FONSECA**, Ingeniería de Pavimentos para carreteras, 2da. Edición, Universidad Católica de Colombia, 2002.
- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR**, Boletín Anuario 2001, Ecuador, 2001.
- CARLOS CRESPO VILLALAZ**, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, 3ra. Edición, Limusa, México, 1985.
- CLARKSON H. OGLESBY & LAURENCE I. HEWES**, Ingeniería de Carreteras: Calles, viaductos y pasos a desnivel, 2da. Edición, Continental, México, 1972.
- COMISIÓN DE TRÁNSITO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS**, Anuario 2002, Guayaquil, Ecuador, 2002.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES**, Especificaciones Técnicas para materiales y para colocación de Señalización en Obras Viales, Quito, Ecuador, 1994.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES**, Normas de diseño geométrico de carreteras, Quito, Ecuador, 1973.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTACIÓN, Carreteras Urbanas, Madrid, España, 1992.

MOP (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES), Manual de Diseño de Vías, MOP – 001 – E. Quito, Ecuador, 1973.

NICOLÁS ANDRADE JARA, “Proyecto de la Carretera Km. 24 de la vía Guayaquil – Salinas – Chongón – Chongoncito” (Tesis, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil, 1974)

OEA (ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS), Manual Interamericano de Dispositivos para el control del tránsito en calles. Montevideo, Uruguay, 1991.

P. CORNEJO, J. CORONEL y D. CORTÉZ, “Rediseño de la vía existente Ancón – Santa Elena” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2000)

S. VELÁSQUEZ, G. NICOLA y D. ARROYO, “Estudio y Diseño preliminar de una vía de acceso desde la Vía Perimetral al Campus Politécnico Gustavo Galindo Velasco para el aprovechamiento del sector noreste” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2002)

SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS, Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, México, 1971.

THE OHIO DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, Pavement Design & Rehabilitation Manual, Ohio, USA, 2003

US. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, Manual on Uniform Traffic Control Devices, 2003 Edition, USA, 2003.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Tema	Capítulo	Página
1,1	Cobertura de educación en Milagro	1	5
2,1	Resumen de pesos de camiones y buses	2	20
2,2	Pesos y longitudes de cada tipo de vehículos	2	23
2,3	Relación entre el vehículo de proyecto y los demás grupos	2	23
2,4	Característica de los vehículos de proyecto recomendados por el MOP	2	25
2,5	Resumen de aforo durante horas pico	2	27
2,6	Composición del tránsito actual	2	27
2,7	Registros históricos en el país	2	31
2,8	Clasificación de vías hecha por el MOP	2	36
3,1	Abscisa de cada punto de inflexión	3	62
3,2	Valores de las pendientes longitudinales	3	72
3,3	Coefficiente de fricción lateral	3	75
3,4	Estructura de los pavimentos	3	95
4,1	Elementos de las curvas circulares simples	4	110
4,2	Factor de distribución del tránsito por carril, AASHTO	4	117
4,3	Distribución del tránsito vehicular	4	118
4,4	Distribución del tránsito vehicular pesado	4	118
4,5	Factores de carga, según el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Colombia	4	120



Tabla	Tema	Capítulo	Página
4,6	Determinación del factor de carga para vehículos pesados (FCp)	4	121
4,7	Determinación del factor de carga promedio (FC) para el diseño de pavimento	4	121
4,8	Datos utilizados para determinar el número de ejes equivalente, W18	4	122
4,9	Niveles de confianza para vías dentro del perímetro urbano, AASHTO	4	123
4,10	Calidad de drenaje, AASHTO	4	124
4,11	Valores de m_i para capas de base y de subbase granulares, AASHTO	4	125
4,12	Valores a_i recomendados, AASHTO	4	128
4,13	Clasificación de las sub-bases, MOP	4	129
4,14	Clasificación de las bases, MOP	4	130
4,15	Clasificación del hormigón asfáltico, MOP	4	131
4,16	Espesores del hormigón asfáltico según su uso, MOP	4	132
4,17	Materiales a utilizar en el diseño del pavimento	4	133
4,18	Coefficientes estructurales a_i estimados	4	135
4,19	Espesores mínimos recomendados, AASHTO	4	140
4,20	Datos de entrada en el diseño del pavimento flexible	4	141
4,21	Números estructurales, S_{Ni} , para cada capa	4	141
4,22	Espesores tentativos de las capas del pavimento flexible calculados por el método AASHTO	4	142
4,23	Datos estructurales de las capas del pavimento flexible	4	143
4,24	Espesores definitivos de las capas del pavimento flexible calculados por el método AASHTO	4	144
4,25	Valores meteorológicos e hidrométricos de la estación Milagro, INAMHI	4	146
4,26	Coefficiente de escorrentía para utilizar dentro de la ecuación racional, MOP	4	151
4,27	Tiempos de concentración, T_c	4	152
4,28	Datos para el cálculo del caudal máximo probable, Q	4	152

Tabla	Tema	Capítulo	Página
4,29	Coeficiente de rugosidad, n, para la ecuación de Manning	4	156
4,30	Normas mínimas en las intersecciones, MOP	4	169
4,31	Características de la sección tipo I	4	178
4,32	Características de la sección tipo II	4	178
4,33	Características de la sección tipo III	4	180
4,34	Volúmenes de movimiento de tierra para la subrasante (extracto)	4	195
4,35	Volúmenes de la sección transversal tipo	4	197
4,36	Abscisas y áreas de expropiación, extremo derecho	4	198
4,37	Abscisas y áreas de expropiación, extremo izquierdo	4	199
4,38	Abscisas y áreas de expropiación total	4	199
4,39	Cantidades de tierra en las intersecciones	4	201
4,40	Distribución de costos indirectos	4	203
4,41	Cuadro general de resumen de costos y cantidades de obra	4	207
5,1	Contaminantes comunes en la calidad del aire	5	214
5,2	Niveles máximos de ruido permisibles según el uso del suelo	5	215
5,3	Sistema de valoración de las matrices	5	223
5,4	Matriz de valoración final	5	234
5,5	Matriz Nº 1 de impactos: Beneficios	5	235
5,6	Matriz Nº 2 de impactos: Intensidad	5	236
5,7	Matriz Nº 3 de impactos: Duración	5	237
5,8	Matriz Nº 4 de impactos: Extensión	5	238
5,9	Resumen de impactos por actividades	5	239

Tabla	Tema	Capítulo	Página
5,10	Componente ambiental afectado: Medio físico	5	240
5,11	Componente ambiental afectado: Medio biótico	5	240
5,12	Componente ambiental afectado: Medio socio - económico	5	241

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Tema	Capítulo	Página
2,1	Angulo de cono visual, α	2	13
2,2	Clasificación general de vehículos, MOP	2	19
3,1	Elementos de una curva horizontal	3	59
3,2	Transición del peralte en el eje de la vía	3	67
3,3	Desarrollo del peralte	3	68
3,4	Desarrollo del sobreebanco	3	70
3,5	Elementos de una curva vertical	3	78
3,6	Combinación de alineamientos, caso A	3	82
3,7	Combinación de alineamientos, caso B	3	83
3,8	Combinación de alineamientos, caso C	3	83
3,9	Combinación de alineamientos, caso D	3	84
3,10	Combinación de alineamientos, caso F	3	85
3,11	Combinación de alineamientos, caso G	3	85
3,12	Sección típica de un pavimento flexible	3	90
3,13	Sección típica de un pavimento rígido	3	93
3,14	Alternativa de sección tipo # 1	3	102
3,15	Alternativa de sección tipo # 2	3	102
3,16	Alternativa de sección tipo # 3	3	103

Figura	Tema	Capítulo	Página
4,1	Nomograma para estimar el coeficiente estructural a3 para sub-base granular, AASHTO	4	132
4,2	Nomograma para estimar el coeficiente estructural a2 para base granular, AASHTO	4	133
4,3	Nomograma para estimar el coeficiente estructural a1 basado en el módulo resiliente del hormigón asfáltico,	4	133
4,4	Nomograma para estimar el número estructural (SN) en el diseño de pavimentos flexibles, AASHTO	4	135
4,5	Determinación de los espesores de las capas del pavimento, AASHTO	4	136
4,6	Nomograma para estimar el coeficiente estructural a2 para base asfáltica, AASHTO	4	142
4,7	Curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia para la zona de Milagro	4	147
4,8	Sección tipo de bordillo - cuneta utilizada en la avenida, MOP	4	154
4,9	Tipos de intersecciones a nivel, AASHTO	4	159
4,10	Técnicas de canalización en intersecciones	4	163
4,11	Diseño de intersección tipo N° 1	4	173
4,12	Diseño de intersección tipo N° 2	4	174
4,13	Diseño de intersección tipo N° 3	4	175
4,14	Alternativa de sección transversal tipo I	4	180
4,15	Alternativa de sección transversal tipo II	4	182
4,16	Alternativa de sección transversal tipo III	4	184
4,17	Determinación de áreas, método analítico	4	186
4,18	Volumen de un prismoide triangular	4	189
4,19	Ejemplo de diagrama de masa	4	193
4,20	Ejemplo de análisis de precios unitarios	4	206

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Tema	Capítulo
A	Aforos	2
B	Registros para Tasa de Crecimiento	2
C	Libretas de campo de nivelación	3
D	Libretas de Campo y de Oficina de planimetría y coordenadas rectangulares	3
E	Nivelación del eje y secciones transversales	4
F	Replanteo de curvas circulares simples	4
G	Laboratorio de Suelos	4
H	Ecuaciones pluviométricas	4
I	Intersecciones a Desnivel	4
J	Diagrama de masas	4
K	Volúmenes de Tierra	4
L	Costos de mano de obra, materiales, equipos y maquinarias	4
M	Análisis de precios unitarios	4
N	Presupuesto general de la obra	4
O	Cronograma valorado de actividades	4
P	Dispositivos de Control de Tránsito	4
Q	Peraltes	3

ÍNDICE DE PLANOS

Planos	Tema
P-1	Polígono fundamental, uso del suelo, topografía auxiliar.
D-1	Abscisas Datos de curvas horizontales Poligonal del eje de la Avenida Jaime Roldós
D-2	Secciones transversales tipo Elementos del proyecto vertical y horizontal
D-3	Implantación general de la Avenida Jaime Roldós
D-4	Planimetría general de la Avenida Jaime Roldós
D-5	Localización de la Avenida Jaime Roldós en la ciudad de Milagro
D-6	Secciones Transversales
D-7	
D-8	
D-9	Diagrama de Masas
D-10	
D-11	

ANEXO A

AFOROS DE TRÁFICO

CONTEOS CLASIFICADOS DE TRAFICO

ESTACIÓN: Av. 17 DE SEPTIEMBRE Día: Jueves Fecha: 29 de Mayo/03

Hora	Automóvil		Camioneta		4x4		Van		Buses 2 ejes		Buses 3 ejes		Camiones 2 ejes p.		Camiones 2 ejes m.		3 ejes		4 y 5 ejes		6+ ejes		Total
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
5 - 6	26	10	26	15	1	0	2	2	6	16	0	0	9	3	4	3	0	0	0	0	0	0	123
6 - 7	108	29	55	22	20	7	10	6	16	9	0	0	8	9	2	1	0	0	0	0	0	0	302
7 - 8	132	70	96	49	38	19	7	6	35	16	0	0	10	15	7	2	0	0	0	0	0	0	502
8 - 9	145	52	124	32	45	8	9	4	25	9	0	0	19	4	3	4	0	0	0	0	0	0	483
9 - 10	156	58	113	54	40	18	2	1	24	7	0	0	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	488
10 - 11	144	64	87	55	38	14	6	2	21	5	0	0	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	458
11 - 12	132	76	92	53	34	17	5	6	25	4	0	0	10	8	1	1	0	0	0	0	0	0	464
12 - 13	117	72	97	52	37	21	10	5	21	8	0	0	7	14	2	3	0	0	0	0	0	0	466
13 - 14	128	84	108	55	45	20	11	4	20	7	0	0	15	11	0	3	0	0	0	0	0	0	511
14 - 15	140	93	96	64	22	24	2	2	18	10	0	0	5	3	6	4	2	0	0	0	0	0	491
15 - 16	180	109	110	79	31	31	6	3	23	6	0	0	10	7	4	1	1	1	0	0	0	0	602
16 - 17	158	99	120	87	34	27	6	2	32	9	0	0	10	2	4	6	0	0	0	0	0	0	596
17 - 18	134	81	99	71	39	24	2	1	30	6	0	0	8	1	11	8	0	0	0	0	0	0	515
18 - 19	186	109	113	77	40	31	5	1	38	6	0	0	13	7	7	2	1	0	0	0	0	0	636
19 - 20	181	98	102	59	43	28	10	9	19	9	0	0	6	2	2	0	0	0	1	0	0	0	569
20 - 21	148	71	86	52	29	21	4	4	11	6	0	0	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	422
21 - 22	116	75	53	30	23	11	3	2	12	6	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	339
22 - 23	67	39	36	29	15	6	0	2	6	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	205
23 - 24	38	32	22	17	3	4	1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	122
SUMAN	2436	1321	1615	962	577	331	101	62	382	140	0	0	156	103	60	42	4	1	1	0	0	0	8294
T/D1A	3757		2577		908		163		522		0		259		102		5		1		0		8294

BIBLIOTECA F
ESPOL



CONTEOS CLASIFICADOS DE TRAFICO

ESTACIÓN: Av. 17 DE SEPTIEMBRE Día: Viernes Fecha: 30 de Mayo/03

Hora	Automóvil		Camioneta		4x4		Van		Buses 2 ejes		Buses 3 ejes		Camiones 2 ejes p.		Camiones 2 ejes m.		3 ejes		4 y 5 ejes		6 o +ejes		Total
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Diano
5 - 6	27	10	19	7	2	1	1	3	1	5	0	0	7	4	1	1	1	1	0	0	0	0	91
6 - 7	108	55	90	43	35	10	9	6	30	17	0	0	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	417
7 - 8	174	94	138	64	41	18	21	13	32	16	0	0	26	8	5	2	0	0	0	0	0	0	672
8 - 9	120	58	103	54	26	15	24	7	34	19	0	0	18	11	4	1	0	0	0	0	0	0	504
9 - 10	187	85	134	70	40	20	10	4	25	10	0	0	17	8	1	0	0	0	0	0	0	0	611
10 - 11	170	106	100	52	100	9	10	2	18	11	0	0	7	6	3	0	0	0	0	0	0	0	594
11 - 12	123	80	112	71	35	26	5	4	22	4	0	0	6	8			0	0	0	0	0	0	496
12 - 13	155	100	140	90	40	30	10	4	40	14	0	0	13	10	2	0	2	1	0	0	0	0	651
13 - 14	137	72	104	58	30	17	18	11	43	16	0	0	16	6	2	1	0	0	0	0	0	0	531
14 - 15	115	60	85	55	15	7	4	3	0	0	18	3	3	1	2	4	0	0	0	0	0	0	375
15 - 16	163	94	94	69	20	15	3	2	0	0	20	6	4	7	9	4	0	1	0	0	0	0	511
16 - 17	185	115	135	95	16	18	4	4	1	1	22	6	7	4	5	9	0	0	0	0	1	0	628
17 - 18	205	105	155	101	14	5	11	4	1	7	35	7	14	3	7	4	0	0	0	0	0	0	678
18 - 19	230	158	107	113	18	9	7	4	1	0	28	10	10	5	4	4	0	0	0	0	0	0	708
19 - 20	209	140	107	87	26	16	9	6	1	0	23	5	5	2	5	6	0	0	0	0	0	0	647
20 - 21	190	126	105	82	19	17	9	5	6	6	7	7	6	6	7	2	0	0	0	0	0	0	600
21 - 22	155	115	49	60	10	7	3	2	0	0	2	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	408
22 - 23	200	127	93	103	12	6	2	1	0	0	6	2	4	1	6	1	0	0	0	0	0	0	564
23 - 24	137	125	50	35	2	1	2	0	0	0	4	0	3	1	4	1	0	0	0	0	0	0	385
SUMAN	2.990	1.825	1.920	1.339	501	247	162	85	255	126	165	46	174	97	70	42	3	3	-	-	1	-	10.051
T/DIA	4.815		3.259		748		247		381		211		271		112		6		-		1		10.051

CONTEOS CLASIFICADOS DE TRAFICO

ESTACIÓN: Av. 17 DE SEPTIEMBRE Día: Sábado Fecha: 31 de Mayo/03

Hora	Automovil		Camioneta		4x4		Van		Buses 2 ejes		Buses 3 ejes		Camiones 2 ejes p.		Camiones 2 ejes m.		3 ejes		4 y 5 ejes		6 o+ ejes		Total
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
5 - 6	43	27	33	21	12	43	4	1	16	14	0	0	4	2	9	0	0	0	0	0	0	0	229
6 - 7	74	36	68	30	15	8	4	6	24	15	0	0	4	1	1	0	2	0	0	0	0	0	288
7 - 8	117	61	91	40	23	9	3	2	31	18	0	0	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	409
8 - 9	153	77	127	62	25	6	5	6	27	7	0	0	11	4	0	0	0	0	1	0	0	0	511
9 - 10	146	77	122	57	31	17	10	3	43	20	0	0	16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	551
10 - 11	207	97	183	96	31	18	13	7	43	21	0	0	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	744
11 - 12	230	110	140	95	40	50	16	15	40	12	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	761
12 - 13	161	61	147	57	27	20	8	7	35	9	0	0	14	4	3	1	2	1	0	0	0	0	557
13 - 14	290	130	100	70	40	21	6	3	40	20	0	0	11	3	4	2	0	0	0	0	0	0	740
14 - 15	157	117	112	82	32	7	12	9	22	17	0	0	11	8	2	1	0	0	0	0	0	0	589
15 - 16	171	103	80	70	14	15	3	3	2	1	15	2	7	2	5	0	1	1	0	0	0	0	495
16 - 17	151	106	91	63	24	12	1	2	0	0	18	4	5	1	3	2	0	0	0	0	0	0	483
17 - 18	176	75	64	51	13	16	4	1	4	1	23	6	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	443
18 - 19	191	149	79	72	26	40	1	0	40	14	2	1	7	5	3	1	1	0	1	0	0	0	633
19 - 20	190	144	93	74	29	24	0	0	19	21	0	0	7	10	0	0	0	0	0	0	0	0	611
20 - 21	165	158	95	65	35	21	2	1	12	10	14	5	8	6	0	0	1	0	0	0	0	0	598
21 - 22	245	170	110	82	20	1	1	0	5	1	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	642
22 - 23	213	158	97	64	26	14	1	2	2	2	1	3	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	589
23 - 24	153	120	178	0	12	7	2	1	0	0	2	1	0	0	1	2	0	0		0	0	0	479
SUMAN	3233	1976	2010	1151	475	349	96	69	405	203	77	24	151	76	37	9	7	2	2	0	0	0	10352
T/DÍA	5209		3161		824		165		608		101		227		46		9		2		0		10352

CONTEOS CLASIFICADOS DE TRAFICO

ESTACIÓN: Av. 17 DE SEPTIEMBRE Día: Domingo Fecha; 01 de Junio/03

Hora	Automóvil		Camioneta		4x4		Van		Buses 2 ejes		Buses 3 ejes		Camiones 2 ejes p.		Camiones 2 ejes m.		3 ejes		4 y 5 ejes		6 o + ejes		Total
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
5 - 6	43	21	37	16	7	2	3	1	18	9	0	0	2	1	1	C	0	0	0	0	0	0	161
6 - 7	82	47	57	28	6	4	4	1	24	16	0	0	6	3	1	C	2	0	0	0	0	0	281
7 - 8	102	65	88	41	12	7	4	1	24	14	0	0	2	1	3	0	2	0	0	0	0	0	360
8 - 9	115	55	94	34	22	9	2	1	22	12	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	370
9 - 10	156	67	94	64	26	19	5	2	24	17	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	481
10 - 11	170	95	142	72	13	11	8	7	26	13	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	566
11 - 12	121	67	115	56	27	14	8	5	30	6	0	0	6	3	3	1	2	1	0	0	0	0	465
12 - 13	128	72	72	47	20	17	7	4	21	18	0	0	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	416
13 - 14	130	85	95	78	20	13	7	4	23	18	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	476
14 - 15	88	57	74	62	17	13	4	2	23	18	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	368
15 - 16	98	68	16	38	2	2	1	0	0	0	13	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	242
16 - 17	145	45	54	36	4	0	3	3	0	0	19	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	320
17 - 18	108	65	38	22	5	4	4	3	0	0	25	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	278
18 - 19	110	42	90	28	7	3	2	0	3	0	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	301
19 - 20	167	93	65	42	48	30	14	6	2	1	12	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	487
20 - 21	187	95	125	21	31	29	10	1	2	4	15	2	12	1	3	2	0	0	0	0	0	0	540
21 - 22	105	37	97	57	18	17	1	2	1	1	16	18	6	3	2	8	0	0	0	0	0	0	389
22 - 23	55	16	45	30	2	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	153
23 - 24	45	30	40	30	6	1	0	0	0	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	158
SUMAN	2155	1122	1436	802	293	190	87	43	244	147	117	36	67	29	23	12	6	1	0	0	0	0	6812
T/DIA	3277		2240		483		130		391		153		96		35		7		0		0		6812

ANEXO B

REGISTROS HISTÓRICOS ANUALES

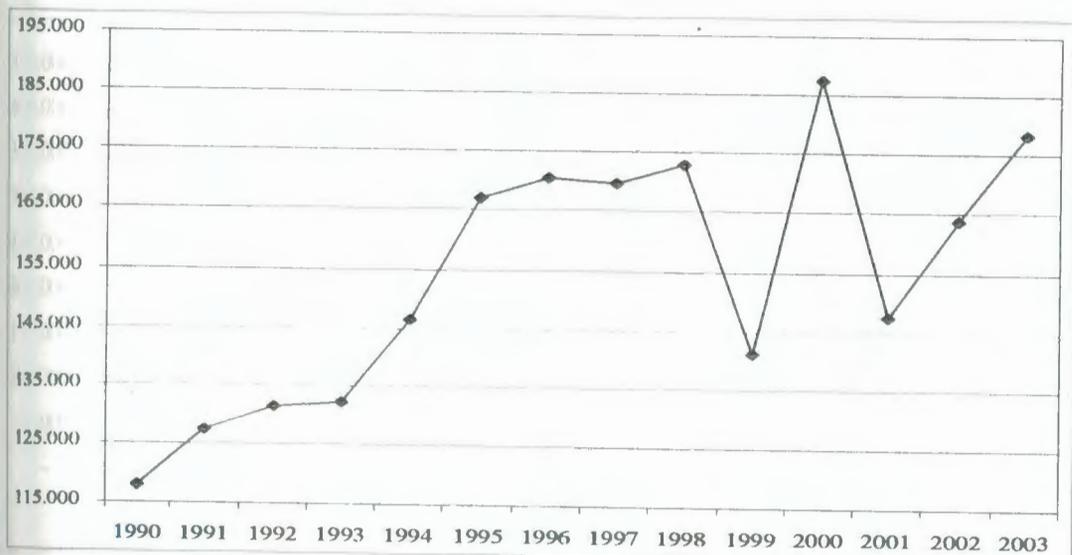
Vehículos matriculados en la Provincia del Guayas

Período de 1990 al 2003

Fuente: CTG

Vehículos Matriculados Guayas	
Año	Vehículos
1990	117.925
1991	127.267
1992	131.551
1993	132.127
1994	146.631
1995	167.116
1996	170.422
1997	169.736
1998	172.862
1999	141.030
2000	187.441
2001	147.668
2002	163.873
2003	178.244

i	2,57%
---	-------



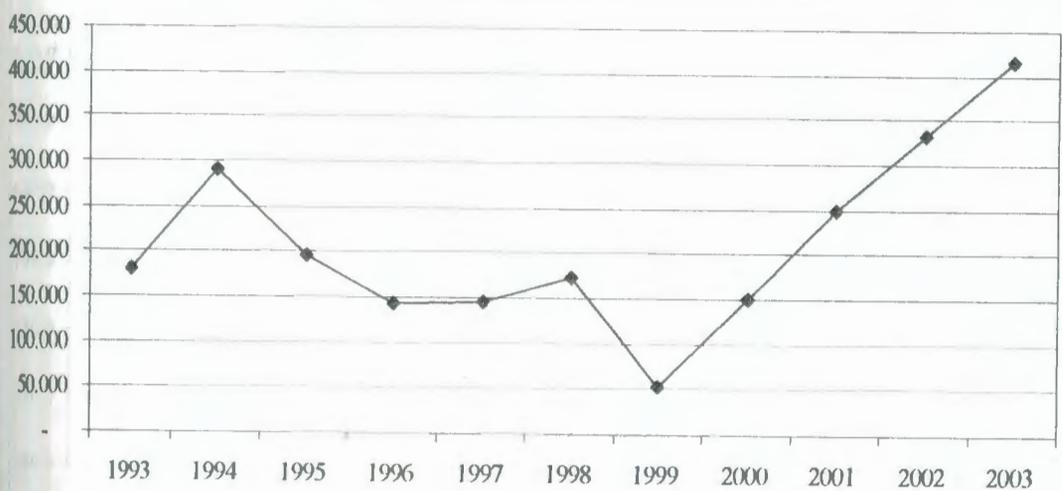
Importaciones de vehículos de transporte particular

Período de 1990 al 2003

Fuente: BCE.

Importaciones de Vehículos de Transporte Particular	
Año	miles de dólares
1993	179.538
1994	290.511
1995	196.536
1996	141.947
1997	145.592
1998	171.959
1999	52.641
2000	150.168
2001	248.484
2002	332.381
2003	416.278

i	4,22%
---	-------



Ingresos en el Presupuesto Nacional por ventas de hidrocarburos y derivados

Período de 1993 al 2003

Fuente: BCE.

Venta de Hidrocarburos y derivados	
Año	millones de dólares
1993	814,7
1994	851,9
1995	865,6
1996	924,1
1997	807,7
1998	714,3
1999	303,1
2000	413,5
2001	794,9
2002	683,9
2003	524,3

i	5,25%
---	-------



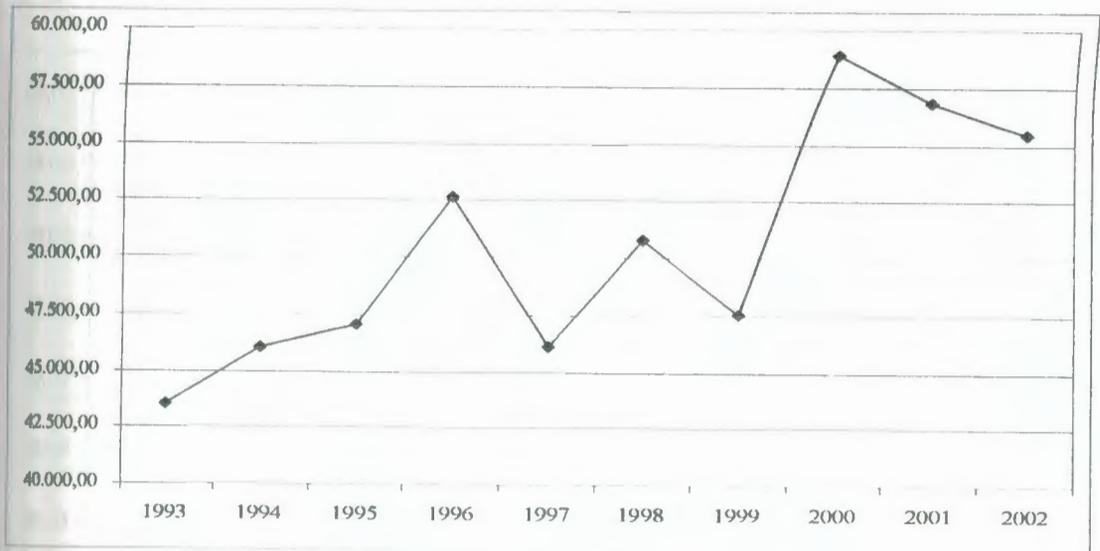
Producción nacional de Derivados de Petróleo

Período de 1993 al 2003

Fuente: BCE.

Producción de Derivados de Petróleo	
Año	(miles de barriles)
1993	43.554,30
1994	46.008,00
1995	47.066,90
1996	52.687,50
1997	46.120,00
1998	50.796,50
1999	47.545,90
2000	58.940,30
2001	56.808,90
2002	55.467,00
2003	58.214,17

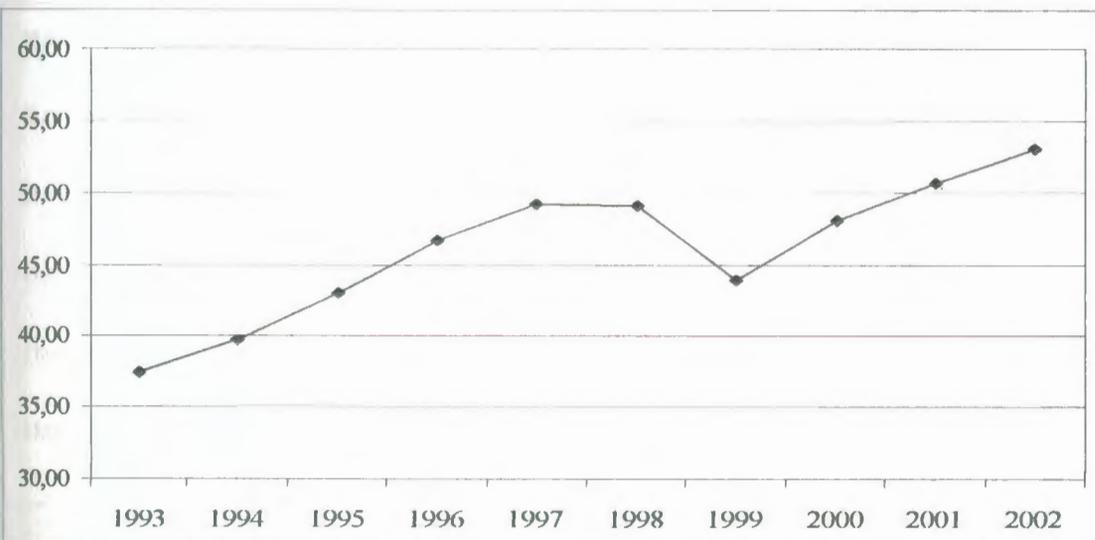
i	2,78%
---	-------



Consumo Interno de Hidrocarburos**Período de 1993 al 2003****Fuente: BCE.**

Consumo Interno de Derivados del Petróleo	
Año	millones de barriles
1993	37,40
1994	39,70
1995	43,00
1996	46,70
1997	49,20
1998	49,00
1999	43,90
2000	48,00
2001	50,70
2002	53,00
2003	53,85

i	3,15%
----------	--------------



Producto Interno Bruto

Período de 1993 al 2003

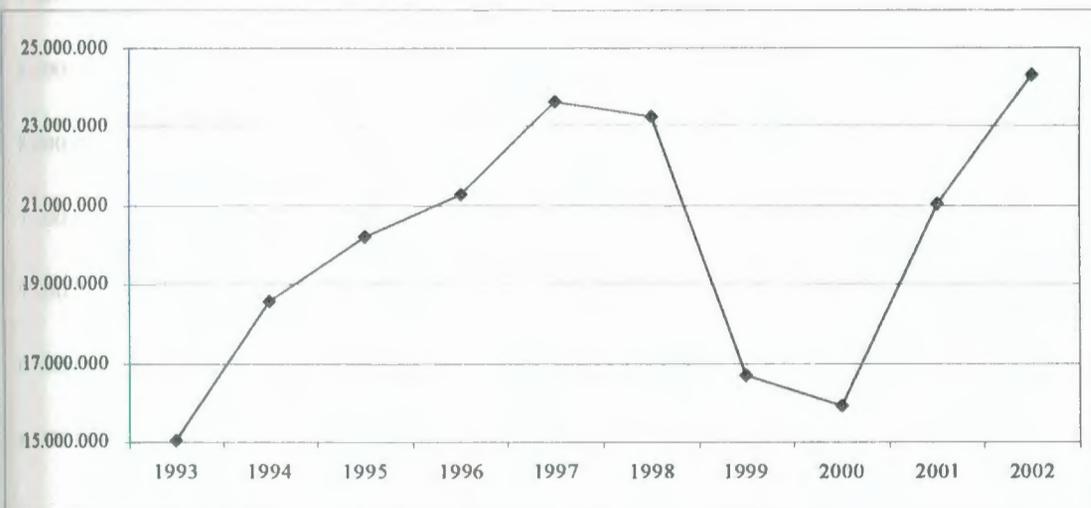
Fuente: BCE.

PIB	
Año	miles de dólares
1993	15.056.565
1994	18.572.835
1995	20.195.548
1996	21.267.868
1997	23.635.560
1998	23.255.136
1999	16.674.495
2000	15.933.666
2001	21.024.085
2002	24.310.944
2003	26.844.408
2004	28.960.416



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

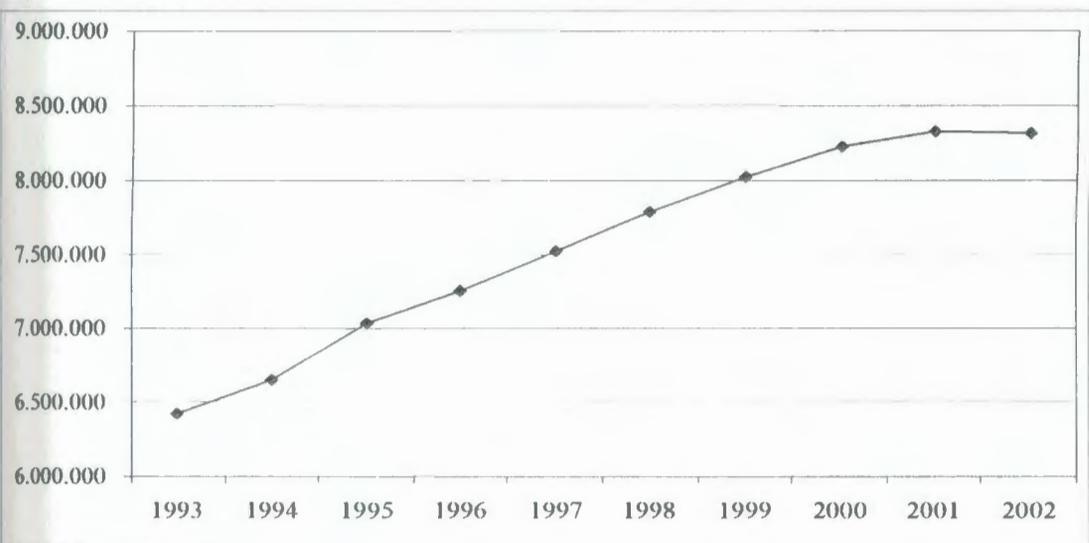
i	3,6%
----------	-------------



Población Urbana Total Nacional**Período de 1993 al 2003****Fuente: INEC.**

Población Urbana	
Año	Habitantes
1993	6.427.324
1994	6.654.260
1995	7.037.563
1996	7.250.815
1997	7.520.361
1998	7.780.286
1999	8.023.456
2000	8.221.642
2001	8.322.352
2002	8.318.721
2003	8.795.593

i	3,03%
----------	--------------



ANEXO C

NIVELACIÓN PRELIMINAR

NIVELACIÓN DEL EJE - LIBRETA DE OFICINA

ESTACIÓN	VISTA			H más I	COTAS	OBSERVACIONES
	ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
BM	0,984			12,079	11,095	BM Inicio de Vía
0+000		1,112			10,967	
0+020		1,529			10,550	
0+040		1,559			10,520	
0+060		1,607			10,472	
0+080		1,662			10,417	
0+100		1,557			10,522	
PC1	1,713		1,889	11,903	10,190	
0+120		1,415			10,488	
0+140		1,524			10,379	
0+160		1,604			10,299	
0+180		1,634			10,269	
0+200		1,637			10,266	
0+220		1,706			10,197	
0+240		1,739			10,164	
0+260		1,664			10,239	
PC2	1,383		1,616	11,669	10,287	
0+280		1,510			10,159	
0+300		1,554			10,115	
0+320		1,537			10,132	
0+340		1,522			10,147	
0+360		1,502			10,167	
0+380		1,492			10,177	
0+400		1,430			10,239	
0+420		1,344			10,325	
0+440		1,252			10,417	
0+460		1,007			10,662	
0+480		0,872			10,797	
PC3	1,197		0,950	11,917	10,720	
0+500		1,180			10,737	
0+520		1,255			10,662	
0+540		1,307			10,610	
0+560		1,267			10,650	
0+580		1,297			10,620	
0+600		1,284			10,633	
0+620		1,362			10,555	
0+640		1,422			10,495	
0+660		1,467			10,450	
0+680		1,557			10,360	
0+700		1,550			10,367	

ESTACIÓN	VISTA			H más l	COTAS	OBSERVACIONES
	ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
PC4	0,881		0,874	11,923	11,043	
0+720		1,329			10,594	
0+740		1,356			10,567	
0+760		1,429			10,494	
0+780		1,453			10,470	
0+800		1,431			10,492	
0+820		1,441			10,482	
0+840		1,421			10,502	
0+860		1,456			10,467	
0+880		1,469			10,454	
0+900		1,381			10,542	
PC5	1,251		1,232	11,943	10,692	
0+920		1,406			10,537	
0+940		1,346			10,597	
0+960		1,314			10,629	
0+980		1,291			10,652	
1+000		1,294			10,649	
PC6	1,766		1,771	11,938	10,172	
1+020		1,553			10,385	
1+040		1,565			10,373	
1+060		1,545			10,393	
1+080		1,495			10,443	
1+100		1,418			10,520	
1+120		1,398			10,540	
1+140		1,295			10,643	
1+160		1,238			10,700	
1+180		1,208			10,730	
1+200		1,258			10,680	
PC7	1,065		0,800	12,203	11,138	
1+220		1,488			10,715	
1+240		1,475			10,728	
1+260		1,428			10,775	
1+280		1,358			10,845	
1+300		1,333			10,870	
1+320		1,378			10,825	
1+340		1,361			10,842	
1+360		1,308			10,895	
1+380		1,313			10,890	
1+400		1,303			10,900	
PC8	2,501		2,035	12,670	10,169	
1+420		1,768			10,901	
1+440		1,688			10,981	
1+460		1,588			11,081	
1+480		1,578			11,091	
1+500		1,328			11,341	
1+520		1,358			11,311	
1+540		1,313			11,356	
1+560		1,268			11,401	
1+580		1,248			11,421	
1+600		1,288			11,381	



BIBLIOTECA FIQT
ESPOL

ESTACIÓN	VISTA			H más l	COTAS	OBSERVACIONES
	ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
PC9	1,317		1,252	12,734	11,417	
1+620		1,356			11,378	
1+640		1,419			11,315	
1+660		1,467			11,267	
1+680		1,479			11,255	
1+700		1,484			11,250	
1+720		1,464			11,270	
1+740		1,489			11,245	
1+760		1,509			11,225	
1+780		1,402			11,332	
1+800		1,249			11,485	
PC10	1,321		1,126	12,929	11,608	
1+820		1,604			11,325	
1+840		1,489			11,440	
1+860		1,497			11,432	
1+880		1,422			11,507	
1+900		1,419			11,510	
1+920		1,417			11,512	
1+940		1,347			11,582	
1+960		1,334			11,595	
1+980		1,344			11,585	
2+000		1,314			11,615	
PC11	1,548		1,290	13,187	11,639	
2+020		1,514			11,673	
2+040		1,552			11,635	
2+060		1,459			11,728	
2+080		1,289			11,898	
PC12	1,174		1,155	13,206	12,032	
2+100		1,459			11,747	
2+120		1,429			11,777	
2+140		1,274			11,932	
2+160		1,157			12,049	
2+180		1,099			12,107	
2+200		1,094			12,112	
2+220		1,049			12,157	
2+240		0,969			12,237	
PC13	1,454		0,976	13,685	12,230	
2+260		1,347			12,338	
2+280		1,379			12,306	
2+300		1,399			12,286	
2+320		1,332			12,353	
2+340		1,319			12,366	
2+360		1,329			12,356	
2+380		1,319			12,366	
2+400		1,374			12,311	
2+420		1,234			12,451	

ESTACIÓN	VISTA			H más I	COTAS	OBSERVACIONES
	ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
PC14	1,535		1,096	14,123	12,588	
2+440		1,521			12,603	
2+460		1,434			12,690	
2+480		1,381			12,743	
2+500		1,551			12,573	
2+520		1,776			12,348	
2+540		1,786			12,338	
2+560		1,633			12,491	
2+580		1,553			12,571	
2+600		1,464			12,660	
2+620		1,501			12,623	
2+640		1,576			12,548	
PC15	1,279		1,548	13,855	12,576	
2+660		1,316			12,540	
2+680		1,274			12,582	
2+700		1,336			12,520	
2+720		1,386			12,470	
2+740		1,353			12,503	
2+760		1,326			12,530	
2+780		1,191			12,665	
2+800		0,991			12,865	
2+820		0,901			12,955	
PC16	1,636		0,912	14,579	12,943	
2+840		1,539			13,040	
2+860		1,456			13,123	
2+880		1,396			13,183	
2+900		1,376			13,203	
2+920		1,256			13,323	
2+940		1,166			13,413	
2+960		1,181			13,398	
2+980		1,216			13,363	
3+000		1,151			13,428	
PC17	1,471		1,186	14,865	13,394	
3+020		1,399			13,466	
3+040		1,421			13,444	
3+060		1,421			13,444	
3+080		1,126			13,739	
CL		1,101			13,764	Vía Milagro-Naranjito
BM			1,272		14,865	
Σ	25,476		22,978			
Desnivel	2,498					

ANEXO D

PLANIMETRÍA PRELIMINAR

LIBRETA DE OFICINA

EJE DE POLIGONAL

Estación	Angulo Horizontal			Angulo Horizontal Corregido			Azimut			Dist	Coordenadas	
	o	'	"	o	'	"	o	'	"		Norte	Este
(E-0) PI	0			0			0				9.763.300,046	656.088,326
(E-1) A	29	3	45,4	29	3	45	29	3	45,4	81,00	9.763.370,847	656.127,673
(E-2) B	258	48	0	258	48	0	107	51	45,4	94,00	9.763.342,014	656.217,141
(E-3) C	180	0	0	180	0	0	107	51	45,4	106,00	9.763.309,500	656.318,032
PIC	180	0	0	180	0	0	107	51	45,4	320,75	9.763.211,115	656.623,320
(E-4) D	185	46	0	185	46	0	113	37	45,4	27,69	9.763.200,016	656.648,688
(E-5) E	180	0	0	180	0	0	113	37	45,4	151,88	9.763.139,140	656.787,834
PCC1	180	0	0	180	0	0	113	37	45,4	200,00	9.763.058,976	656.971,066
(E-6) F	178	34	24	178	34	24	112	12	9,4	200,00	9.762.983,400	657.156,236
(E-7) G	180	0	0	180	0	0	112	12	9,4	200	9.762.907,823	657.341,407
(E-8) H	180	0	0	180	0	0	112	12	9,4	120	9.762.862,477	657.452,510
(E-9) I	181	0	0	181	0	0	113	12	9,4	222	9.762.775,013	657.656,554
(E-10) J	154	49	36	154	49	36	88	1	45,4	436	9.762.790,006	658.092,296
(E-11) K	143	49	12	143	49	12	51	50	57,4	344	9.763.002,506	658.362,813
(E-12) PCC2	117	53	0	117	53	0	349	43	57,4	240	9.763.238,663	658.320,035
(E-13) L	158	17	48	158	17	48	328	1	45,4	160	9.763.374,394	658.235,318
(E-14) M	181	3	18	181	3	18	329	5	3,4	260	9.763.597,454	658.101,736
							149	5	3,4			

TOPOGRAFIA DE DETALLES

FECHA: 01/05/2004
 HOJA No.: 1
 CALCULO: N.N.

ESTACION	PUNTO	AZIMUT			Distancia Horizontal	DEFLEXION			COORDENADAS		
		o	"	'''		o	"	'''	NORTE	ESTE	
P-1	A	22	0	0		0	0	0	9763300,05	656088,33	
		29	3	45,4	81	0	0	0	9763370,85	656127,67	
A (D+000)	B	107	51	45,4	94	258	48	0	9763342,01	656217,14	
		78	27	45,4	14,8	229	24	0	9763373,81	656142,17	
		2	72	46	45,4	16	223	43	0	9763375,58	656142,96
		3	39	30	45,4	12,4	190	27	0	9763380,41	656135,56
		4	203	39	45,4	22,8	354	36	0	9763349,96	656118,52
		5	251	52	45,4	30	42	49	0	9763361,52	656099,16
		6	254	51	45,4	31,2	45	48	0	9763362,70	656097,56
		7	286	36	45,4	21	77	33	0	9763376,85	656107,55
		8	285	11	45,4	23,3	76	8	0	9763376,95	656105,19
		9	-48	1	45,4	21,5	102	58	0	9763385,24	656111,70
		10	117	29	45,4	53	268	26	0	9763346,38	656174,69
		11	136	23	45,4	19,8	287	20	0	9763356,51	656141,33
		12	155	15	45,4	12	306	12	0	9763359,95	656132,69
		13	117	42	45,4	51,8	268	39	0	9763346,76	656173,53
		14	99	9	45,4	49	250	6	0	9763363,04	656176,05
15	96	50	45,4	49	247	47	0	9763365,01	656176,32		
B (D+094)	C	107	51	45,4	106	180	0	0	9763309,50	656318,03	
		-2	13	45,4	21,2	70	22	0	9763363,20	656216,49	
		2	-6	2	45,4	21,2	66	11	0	9763363,10	656214,94
		3	-25	12	45,4	11,5	47	21	0	9763352,45	656212,32
		4	-29	6	45,4	11,7	43	15	0	9763352,26	656211,49
		5	-25	15	45,4	13	47	24	0	9763353,82	656211,70
		6	38	42	45,4	23,5	110	51	0	9763360,35	656231,84
		7	41	52	45,4	24	114	1	0	9763359,88	656233,16
		8	63	19	45,4	11,8	135	28	0	9763347,31	656227,69
		9	62	27	45,4	13,6	134	36	0	9763348,30	656229,20
		10	247	33	45,4	13,3	319	42	0	9763336,94	656204,85
		11	249	2	45,4	14,2	321	11	0	9763336,94	656203,88
		12	243	52	45,4	14,5	316	1	0	9763335,63	656204,12
		13	172	3	45,4	11,5	244	12	0	9763330,62	656218,73
		14	147	6	45,4	16,6	219	15	0	9763328,07	656226,15
15	134	16	57,4	23,3	206	25	12	9763325,75	656233,82		
C (D+200)	PIC	107	51	45,4	320,75	180	0	0	9763211,11	656623,32	
		1	17	5	3,4	21,2	89	13	18	9763329,76	656324,26
		2	13	14	45,4	21,3	85	23	0	9763330,23	656322,91
		3	-6	6	45,4	8,8	66	15	0	9763318,25	656317,13
		4	-6	48	45,4	11	66	57	0	9763320,46	656317,04
		5	68	23	45,4	16	140	32	0	9763315,39	656332,91
		6	99	58	9,4	73	172	6	24	9763296,86	656389,93
		7	117	18	3,4	60	189	26	18	9763281,98	656371,35
		8	115	10	3,4	75	187	18	18	9763277,61	656385,91
		9	113	50	37,4	75	185	58	52	9763279,18	656386,63
10	113	56	33,4	75	186	4	48	9763279,06	656386,58		
D	E	113	37	45,4	27,692	185	46	0	9763200,02	656648,69	
		113	37	45,4	151,88	180	0	0	9763139,14	656787,84	
D	E	1	188	26	15,4	11,2	254	48	30	9763188,94	656647,05
		2	215	50	57,4	19	282	13	12	9763184,61	656637,56
		3	278	37	45,4	26,3	345	0	0	9763203,96	656622,69
		4	280	5	57,4	29,2	346	28	12	9763205,14	656619,94
		5	-30	18	27,4	27,5	36	40	42	9763223,90	656635,07
		6	-45	14	45,4	22	21	37	0	9763215,64	656633,20
		7	-33	44	45,4	32	34	7	0	9763227,08	656631,61
		8	-24	49	39,4	19	43	11	54	9763217,48	656641,21
		9	-19	57	9,4	19	48	19	24	9763218,08	656642,80
		10	-12	3	45,4	26	54	26	0	9763225,45	656643,31
		11	84	16	16,4	25,8622	150	38	31	9763202,60	656674,42
		12	102	12	39,4	39	168	34	54	9763191,77	656686,81



BIBLIOTECA FICT
 ESPOL

ESTACION	PUNTO	AZIMUT			Distancia	DEFLEXION			COORDENADAS	
		o	'	"	Horizontal	o	'	"	NORTE	ESTE
E (0+700)	PCC1	113	37	45,4	200	180	0	0	9763058,98	656971,07
		-18	41	45,4	15,8	49	4	0	9763154,22	656783,14
		24	57	39,4	12,3	91	19	54	9763150,29	656793,03
		129	33	45,4	39	195	56	0	9763114,30	656817,90
		278	48	27,4	39	345	10	42	9763145,11	656749,30
		276	39	45,4	34	343	2	0	9763143,08	656754,07
PCC1	F	112	12	9,4	200	178	34	24	9762983,40	657156,24
F (1+100)	G	112	12	9,4	200	180	0	0	9762907,82	657341,41
		-59	3	33,4	72,5	8	51	24	9763020,80	657094,13
		-58	31	3,4	66	10	18	54	9763018,88	657100,59
		270	17	51,4	27	338	5	42	9762983,54	657129,24
		171	46	39,4	13	239	34	30	9762970,53	657158,10
		146	6	39,4	20,1	213	54	30	9762966,71	657167,45
		143	29	9,4	20,2	211	17	0	9762967,16	657168,26
		76	13	57,4	16	144	1	48	9762987,21	657171,78
86	29	21,4	22,3	154	17	12	9762984,76	657178,50		
G (1+300)	H	112	12	9,4	120	180	0	0	9762862,48	657452,51
		297	23	9,4	100	5	11	0	9762953,82	657252,62
		-11	55	51,4	59	57	43	42	9762965,91	657331,09
		34	9	45,4	10,5	101	57	36	9762916,51	657347,31
		208	5	15,4	9,3	275	53	6	9762899,62	657337,03
		242	23	9,4	12	310	11	0	9762902,26	657330,78
		242	23	9,4	15,3	310	11	0	9762900,73	657327,85
H (1+420)	I	113	12	9,4	222	181	0	0	9762775,01	657656,58
		298	20	9,4	77	6	8	0	9762899,02	657384,74
		-61	13	9,4	70	7	1	0	9762896,65	657391,42
		-51	6	3,4	48,8	16	53	54	9762893,25	657414,64
		-44	59	39,4	20,5	24	47	30	9762877,47	657438,53
		-54	52	51,4	31	14	40	42	9762881,08	657427,71
		269	30	21,4	32	337	18	12	9762862,20	657420,51
		266	25	27,4	26,7	334	13	18	9762860,81	657425,86
		263	28	3,4	23	331	15	54	9762859,86	657429,66
		93	42	51,4	25	161	30	42	9762860,86	657477,46
		99	31	57,4	33	167	19	48	9762857,01	657485,06
		134	53	27,4	30,1	202	41	18	9762841,23	657473,84
		141	52	9,4	23	209	40	0	9762844,38	657466,71
		107	51	57,4	75	175	39	48	9762839,47	657523,89
		107	42	45,4	83,3	175	30	36	9762837,13	657531,86
		120	11	51,4	80	187	59	42	9762822,24	657521,66
121	15	21,4	72	189	3	12	9762825,12	657514,06		
I (1+420)	J	88	1	45,4	436	154	49	36	9762790,01	658092,30
		87	24	21,4	100	154	12	12	9762779,54	657756,45
		286	27	27,4	90	353	15	18	9762800,51	657570,24
		297	43	39,4	94	4	31	30	9762818,75	657573,35
		-62	9	15,4	86	4	57	6	9762815,59	657580,73
		-58	28	9,4	44,3	9	16	0	9762798,79	657619,18
		-54	14	27,4	35,5	13	2	18	9762796,00	657627,92
		281	49	44,4	50	348	37	35	9762785,26	657607,62
		278	54	3,4	43	345	41	54	9762781,67	657614,07
		-49	6	39,4	22	17	54	30	9762789,48	657639,98
		-42	34	21,4	16	25	22	12	9762787,01	657645,97
		185	53	3,4	10,7	252	40	54	9762764,37	657655,46
		161	33	15,4	14,5	228	21	6	9762761,26	657661,14
		153	8	33,4	15,5	219	56	24	9762761,18	657663,56
		110	28	51,4	54,3	177	16	42	9762756,01	657707,42
		121	15	45,4	56	188	3	36	9762745,95	657704,42
		106	2	3,4	19,5	172	49	54	9762769,63	657675,30
		124	17	27,4	50	191	5	18	9762746,84	657697,86
		98	9	21,4	31,5	164	57	12	9762770,54	657687,74
		58	47	57,4	30	125	35	48	9762790,55	657682,22
		40	24	51,4	26	107	12	42	9762794,81	657673,41
		40	32	51,4	20	107	20	42	9762790,21	657669,56
		60	52	27,4	30,8	127	40	18	9762790,00	657683,46
		91	57	3,4	94	158	44	54	9762771,81	657750,50
		79	20	9,4	91	146	8	0	9762791,85	657745,98
78	24	21,4	73	145	12	12	9762789,68	657728,07		

ESTACION	PUNTO	AZIMUT			Distancia Horizontal	DEFLEXION			COORDENADAS		
		o	'	''		o	'	''	NORTE	ESTE	
(2+076)	K	51	50	57,4	344	143	49	12	9763002,51	658362,82	
	1	265	58	9,4	256	357	56	24	9762772,01	657836,93	
	2	265	26	15,4	210	357	24	30	9762773,30	657882,96	
	3	271	23	9,4	193	3	21	24	9762794,67	657899,35	
	4	271	47	39,4	180	3	45	54	9762795,64	657912,39	
	5	265	1	15,4	173	356	59	30	9762774,99	657919,95	
	6	264	53	9,4	166	356	51	24	9762775,21	657926,96	
	7	272	29	27,4	135	4	27	42	9762795,87	657957,43	
	8	272	59	57,4	123	4	58	12	9762796,44	657969,47	
	9	276	16	21,4	74,3	8	14	36	9762798,12	658018,44	
	10	282	45	21,4	34,5	14	43	36	9762797,62	658058,65	
	11	250	57	45,4	33,2	342	56	0	9762779,18	658060,91	
	12	-28	25	57,4	20,5	64	24	12	9762808,18	658082,81	
	13	-31	58	21,4	67,3	61	56	36	9762848,27	658058,62	
	14	29	45	57,4	16	121	44	12	9762803,89	658100,24	
	15	65	50	35,4	15,5	157	48	50	9762796,35	658106,44	
	16	142	15	15,4	10,7	234	13	30	9762781,54	658098,85	
	17	122	7	27,4	10	214	5	42	9762784,69	658100,77	
	18	284	19	33,4	21	16	17	48	9762795,20	658071,95	
	19	-20	11	57,4	25,5	72	10	12	9762814,00	658083,66	
	20	28	42	57,4	26	120	41	12	9762812,81	658104,79	
	21	69	1	45,4	29	161	0	0	9762800,38	658119,38	
	22	63	30	27,4	51	155	28	42	9762812,76	658137,94	
	23	45	36	27,4	60	137	34	42	9762831,98	658135,17	
	24	46	24	27,4	100	138	22	42	9762858,96	658164,72	
	25	58	7	45,4	91,5	150	6	0	9762838,32	658170,00	
	26	58	52	21,4	84	150	50	36	9762833,43	658164,20	
	27	56	24	39,4	136	148	22	54	9762865,25	658205,59	
	28	56	0	45,4	144	147	59	0	9762870,50	658211,70	
	29	47	50	27,4	132	139	48	42	9762878,60	658190,15	
	30	48	9	45,4	144	140	8	0	9762886,06	658199,58	
31	51	43	15,4	140	143	41	30	9762876,73	658202,20		
(2+420)	PCC2	349	43	57,4	240	117	53	0	9763238,66	658320,04	
	1	224	21	39,4	67	352	30	42	9762954,60	658315,97	
	2	220	34	51,4	58	348	43	54	9762958,46	658325,08	
	3	242	28	21,4	49	10	37	24	9762979,86	658319,36	
	4	220	17	33,4	50	348	26	36	9762964,37	658330,48	
	5	177	34	39,4	13	305	43	42	9762989,52	658363,36	
PCC2	L	328	1	45,4	160	158	17	48	9763374,39	658235,32	
(2+820)	M	329	5	3,4	260	181	3	18	9763597,45	658101,74	
	1	492	16	39,4	35	344	14	54	9763350,85	658261,22	
	2	526	7	51,4	36	18	6	6	9763339,44	658243,95	
	3	403	17	57,4	9	255	16	12	9763380,94	658241,49	
	4	319	47	27,4	70	171	45	42	9763427,85	658190,13	
	5	366	2	45,4	17	218	1	0	9763391,30	658237,11	
(2+080)		1	502	8	33,4	73	353	3	30	9763539,82	658146,54
		2	504	35	21,4	114	355	30	18	9763504,54	658167,79
		3	527	32	27,4	31,5	18	27	24	9763566,70	658108,53
		4	492	24	3,4	37,5	343	19	0	9763572,17	658129,43
		5	477	45	51,4	32	328	40	48	9763582,55	658130,05
		6	468	43	3,39	32	319	38	0	9763587,18	658132,04
		7	461	10	3,4	30,3	312	5	0	9763591,59	658131,46
		8	504	45	45,4	33,5	355	40	42	9763570,09	658121,07
		9	439	3	15,4	39	289	58	12	9763604,86	658140,03
		10	450	39	15,4	37	301	34	12	9763597,03	658138,73
		11	462	24	9,4	35	313	19	6	9763589,94	658135,92
		12	656	0	3,4	30	146	55	0	9763610,61	658074,77

ANEXO E

NIVELACION DEL EJE Y SECCIONES TRANSVERSALES

Libreta de Oficina

ESTACIÓN	VISTA			H más I	COTAS	OBSERVACIONES
	ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
BM	0,979			12,074	11,095	BM Inicio de Vía
0+000		1,108			10,966	
0+020		1,525			10,549	
0+040		1,555			10,519	
0+060		1,603			10,471	
0+080		1,658			10,416	
0+100		1,553			10,521	
PC1	1,711		1,881	11,904	10,193	
0+120		1,411			10,493	
0+140		1,520			10,384	
0+160		1,600			10,304	
0+180		1,630			10,274	
0+200		1,633			10,271	
0+220		1,702			10,202	
0+240		1,735			10,169	
0+260		1,660			10,244	
PC2	1,378		1,607	11,675	10,297	
0+280		1,508			10,167	
0+300		1,552			10,123	
0+320		1,535			10,140	
0+340		1,520			10,155	
0+360		1,500			10,175	
0+380		1,490			10,185	
0+400		1,428			10,247	
0+420		1,342			10,333	
0+440		1,250			10,425	
0+460		1,005			10,670	
0+480		0,870			10,805	
PC3	1,188		0,948	11,915	10,727	
0+500		1,178			10,737	
0+520		1,253			10,662	
0+540		1,305			10,610	
0+560		1,265			10,650	
0+580		1,295			10,620	
0+600		1,282			10,633	
0+620		1,360			10,555	
0+640		1,420			10,495	
0+660		1,465			10,450	
0+680		1,555			10,360	
0+700		1,548			10,367	

ESTACIÓN	VISTA			H más l	COTAS	OBSERVACIONES
	ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
PC4	0,865		1,183	11,597	10,732	
0+720		1,328			10,269	
0+740		1,355			10,242	
0+760		1,428			10,169	
0+780		1,452			10,145	
0+800		1,430			10,167	
0+820		1,440			10,157	
0+840		1,420			10,177	
0+860		1,455			10,142	
0+880		1,468			10,129	
0+900		1,380			10,217	
PC5	1,247		1,228	11,616	10,369	
0+920		1,405			10,211	
0+940		1,345			10,271	
0+960		1,313			10,303	
0+980		1,290			10,326	
1+000		1,293			10,323	
PC6	1,762		1,442	11,936	10,174	
1+020		1,550			10,386	
1+040		1,562			10,374	
1+060		1,542			10,394	
1+080		1,492			10,444	
1+100		1,415			10,521	
1+120		1,395			10,541	
1+140		1,292			10,644	
1+160		1,235			10,701	
1+180		1,205			10,731	
1+200		1,255			10,681	
PC7	1,057		0,795	12,198	11,141	
1+220		1,485			10,713	
1+240		1,472			10,726	
1+260		1,425			10,773	
1+280		1,355			10,843	
1+300		1,330			10,868	
1+320		1,375			10,823	
1+340		1,358			10,840	
1+360		1,305			10,893	
1+380		1,310			10,888	
1+400		1,300			10,898	
PC8	2,498		2,028	12,668	10,170	
1+420		1,765			10,903	
1+440		1,685			10,983	
1+460		1,585			11,083	
1+480		1,575			11,093	
1+500		1,325			11,343	
1+520		1,355			11,313	
1+540		1,310			11,358	
1+560		1,265			11,403	
1+580		1,245			11,423	
1+600		1,285			11,383	

ESTACIÓN	VISTA			H más I	COTAS	OBSERVACIONES
	ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
PC9	1,310		1,252	12,726	11,416	
1+620		1,352			11,374	
1+640		1,415			11,311	
1+660		1,463			11,263	
1+680		1,475			11,251	
1+700		1,480			11,246	
1+720		1,460			11,266	
1+740		1,485			11,241	
1+760		1,505			11,221	
1+780		1,398			11,328	
1+800		1,245			11,481	
PC10	1,320		1,118	12,928	11,608	
1+820		1,600			11,328	
1+840		1,485			11,443	
1+860		1,493			11,435	
1+880		1,418			11,510	
1+900		1,415			11,513	
1+920		1,413			11,515	
1+940		1,343			11,585	
1+960		1,330			11,598	
1+980		1,340			11,588	
2+000		1,310			11,618	
PC11	1,542		1,285	13,185	11,643	
2+020		1,510			11,675	
2+040		1,548			11,637	
2+060		1,455			11,730	
2+080		1,285			11,900	
PC12	1,165		1,147	13,203	12,038	
2+100		1,455			11,748	
2+120		1,425			11,778	
2+140		1,270			11,933	
2+160		1,153			12,050	
2+180		1,095			12,108	
2+200		1,090			12,113	
2+220		1,045			12,158	
2+240		0,965			12,238	
PC13	1,448		0,967	13,684	12,236	
2+260		1,343			12,341	
2+280		1,375			12,309	
2+300		1,395			12,289	
2+320		1,328			12,356	
2+340		1,315			12,369	
2+360		1,325			12,359	
2+380		1,315			12,369	
2+400		1,370			12,314	
2+420		1,230			12,454	



ESTACIÓN	VISTA			H más I	COTAS	OBSERVACIONES
	ATRÁS	INTERMEDIO	ADELANTE			
PC14	1,528		1,088	14,124	12,596	
2+440		1,520			12,604	
2+460		1,433			12,691	
2+480		1,380			12,744	
2+500		1,550			12,574	
2+520		1,775			12,349	
2+540		1,785			12,339	
2+560		1,632			12,492	
2+580		1,552			12,572	
2+600		1,463			12,661	
2+620		1,500			12,624	
2+640		1,575			12,549	
PC15	1,277		1,542	13,859	12,582	
2+660		1,315			12,544	
2+680		1,273			12,586	
2+700		1,335			12,524	
2+720		1,385			12,474	
2+740		1,352			12,507	
2+760		1,325			12,534	
2+780		1,190			12,669	
2+800		0,990			12,869	
2+820		0,900			12,959	
PC16	1,628		0,902	14,585	12,957	
2+840		1,538			13,047	
2+860		1,455			13,130	
2+880		1,395			13,190	
2+900		1,375			13,210	
2+920		1,255			13,330	
2+940		1,165			13,420	
2+960		1,180			13,405	
2+980		1,215			13,370	
3+000		1,150			13,435	
PC17	1,469		1,185	14,869	13,400	
3+020		1,398			13,471	
3+040		1,420			13,449	
3+060		1,420			13,449	
3+080		1,125			13,744	
CL		1,100			13,769	Via Milagro-Naranjito
BM			1,272		14,869	
Σ	25,372		22,870			
Desnivel	2,502					

Secciones Transversales

Estación 0+000 Cota Vista Atrás 10,966 H + I 12,074
1,108

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
10,00	1,095	10,979		10,00	1,090	10,984
20,00	1,080	10,994		20,00	1,065	11,009

Estación 0+020 Cota Vista Atrás 10,549 H + I 12,074
1,525

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	2,550	9,524		8,00	1,370	10,704
2,70	2,575	9,499		8,00	0,970	11,104
4,30	1,460	10,614		10,00	0,940	11,134
8,30	1,415	10,659				
15,00	1,325	10,749				

Estación 0+040 Cota Vista Atrás 10,519 H + I 12,074
1,555

Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
	8,00	1,375	10,699
	8,00	0,990	11,084
	10,00	0,985	11,089

Estación 0+040 Cota Vista Atrás 10,519 H + I 12,124
1,605

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación
2,10	2,490	9,634	
3,00	2,535	9,589	
4,50	2,520	9,604	
8,50	1,500	10,624	
15,00	1,465	10,659	



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

Estación 0+060 Cota Vista Atrás 10,471 H + I 12,029
1,558

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,80	2,410	9,619		7,80	1,398	10,631
3,60	2,470	9,559		8,00	0,915	11,114
4,60	1,375	10,654		10,00	0,900	11,129
8,30	1,400	10,629				
15,00	1,415	10,614				

Estación 0+080 Cota 10,416 H + I 12,079
 Vista Atrás 1,663

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,40	2,490	9,589		8,10	1,615	10,464
3,70	2,510	9,569		9,00	1,490	10,589
4,90	1,645	10,434		9,70	1,450	10,629
8,50	1,480	10,599				
10,40	1,600	10,479				

Estación 0+100 Cota 10,521 H + I 12,046
 Vista Atrás 1,525

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,40	2,460	9,586		7,50	1,495	10,551
4,00	2,435	9,611		8,00	1,405	10,641
5,30	1,450	10,596		9,80	1,440	10,606
8,30	1,462	10,584				
10,40	1,610	10,436				

Estación 0+120 Cota 10,493 H + I 12,038
 Vista Atrás 1,545

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,30	2,470	9,568		6,80	1,559	10,479
4,80	2,410	9,628		8,00	1,510	10,528
6,00	1,520	10,518		9,50	1,420	10,618
8,80	1,480	10,558				
10,70	1,580	10,458				

Estación 0+140 Cota 10,384 H + I 11,884
 Vista Atrás 1,500

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,30	2,285	9,599		7,10	1,420	10,464
5,00	2,310	9,574		8,00	1,360	10,524
6,10	1,390	10,494		9,60	1,270	10,614
8,60	1,320	10,564				
10,80	1,425	10,459				

Estación 0+160 Cota 10,304 H + I 11,922
 Vista Atrás 1,618

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,50	2,305	9,617		7,10	1,420	10,502
5,80	2,160	9,762		8,00	1,360	10,562
6,70	1,480	10,442		9,30	1,270	10,652
8,90	1,320	10,602				
11,00	1,475	10,447				

Estación 0+180 Cota 10,274 H + I 11,949
 Vista Atrás 1,675

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,40	2,400	9,549		7,80	1,590	10,359
4,20	2,565	9,384		8,00	1,460	10,489
5,30	1,640	10,309		10,20	1,400	10,549
8,20	1,440	10,509				
10,00	1,495	10,454				

Estación 0+200 Cota 10,271 H + I 11,823
 Vista Atrás 1,552

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	2,100	9,723		7,80	1,395	10,428
4,00	2,280	9,543		10,20	1,420	10,403
5,10	1,405	10,418				
8,30	1,225	10,598				
10,50	1,340	10,483				

Estación 0+220 Cota 10,202 H + I 11,817
 Vista Atrás 1,615

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	2,222	9,595		7,30	1,560	10,257
3,50	2,235	9,582		9,70	1,185	10,632
5,00	1,285	10,532				
8,20	1,245	10,572				
10,00	1,340	10,477				

Estación 0+240 Cota 10,169 H + I 11,867
 Vista Atrás 1,698

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,20	2,340	9,527		6,80	1,560	10,307
3,70	2,335	9,532		9,80	1,172	10,695
4,70	1,580	10,287				
8,20	1,290	10,577				
10,00	1,380	10,487				

Estación 0+260 Cota 10,244 H + I 11,874
 Vista Atrás 1,630

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	2,190	9,684		7,00	1,430	10,444
3,30	1,560	10,314		8,00	1,060	10,814
8,10	1,295	10,579		10,00	0,980	10,894
10,30	1,400	10,474				

Estación 0+280 Cota 10,167 H + I 11,762
 Vista Atrás 1,595

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	2,140	9,622		7,52	1,480	10,282
3,40	2,240	9,522		8,00	1,580	10,182
4,80	1,205	10,557				
8,00	1,270	10,492				
10,40	1,145	10,617				

Estación 0+300 Cota 10,123 H + I 11,665
 Vista Atrás 1,542

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	2,165	9,500		7,20	1,415	10,250
3,30	2,125	9,540		10,00	1,490	10,175
4,40	1,633	10,032				
8,00	1,110	10,555				
10,70	1,165	10,500				

Estación 0+320 Cota 10,140 H + I 11,745
 Vista Atrás 1,605

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,70	2,140	9,605		7,50	1,420	10,325
3,20	2,125	9,620		8,50	1,480	10,265
4,00	1,415	10,330				
7,30	1,120	10,625				
10,00	1,180	10,565				

Estación 0+340 Cota 10,155 H + I 11,683
 Vista Atrás 1,528

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,20	2,080	9,603		7,90	1,420	10,263
3,10	2,095	9,588		9,20	1,510	10,173
4,30	1,705	9,978				
7,80	1,130	10,553				
9,80	1,305	10,378				

Estación 0+360 Cota 10,175 H + I 11,690
 Vista Atrás 1,515

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,10	2,142	9,548		8,30	1,475	10,215
4,00	2,190	9,500		9,90	1,440	10,250
5,30	1,615	10,075				
7,80	1,130	10,560				
9,80	1,225	10,465				

Estación **0+380** Cota **10,185** H + I **11,678**
 Vista Atrás **1,493**

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,90	2,120	9,558		9,30	1,475	10,203
3,80	2,115	9,563		10,00	1,460	10,218
4,90	1,383	10,295				
7,50	1,135	10,543				
9,50	1,230	10,448				

Estación **0+400** Cota **10,247** H + I **11,865**
 Vista Atrás **1,618**

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,70	2,260	9,605		8,20	1,497	10,368
3,90	2,080	9,785		9,20	1,502	10,363
5,00	1,535	10,330				
6,80	1,210	10,655				
9,00	1,240	10,625				

Estación **0+420** Cota **10,333** H + I **11,815**
 Vista Atrás **1,482**

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	2,210	9,605		8,00	1,480	10,335
4,00	2,225	9,590		10,00	1,205	10,610
5,00	1,365	10,450				
7,60	1,200	10,615				
9,60	1,260	10,555				

Estación **0+440** Cota **10,425** H + I **11,840**
 Vista Atrás **1,415**

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,40	2,220	9,620		7,60	1,340	10,500
4,50	2,285	9,555		10,00	1,375	10,465
5,90	1,295	10,545				
7,30	1,195	10,645				
10,00	1,255	10,585				

Estación **0+460** Cota **10,670** H + I **12,025**
 Vista Atrás **1,355**

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,80	2,195	9,830		8,60	1,330	10,695
3,40	2,300	9,725		10,00	1,465	10,560
5,20	1,350	10,675				
7,00	1,185	10,840				
9,00	1,240	10,785				

Estación 0+480 Cota 10,805 H + I 12,354
 Vista Atrás 1,549

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,50	2,660	9,694		8,00	1,560	10,794
3,40	2,780	9,574		10,00	1,855	10,499
4,70	1,425	10,929				
7,00	1,582	10,772				
9,20	1,640	10,714				

Estación 0+500 Cota 10,737 H + I 12,112
 Vista Atrás 1,375

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	2,500	9,612		9,20	1,490	10,622
3,30	2,560	9,552		10,00	1,595	10,517
4,90	1,520	10,592				
6,30	1,548	10,564				
8,50	1,580	10,532				

Estación 0+520 Cota 10,662 H + I 11,915
 Vista Atrás 1,253

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,60	1,315	10,600		5,00	1,375	10,540
7,00	1,280	10,635		12,80	1,355	10,560

Estación 0+540 Cota 10,610 H + I 11,915
 Vista Atrás 1,305

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,50	1,390	10,525		2,50	1,360	10,555
11,90	1,200	10,715		11,60	1,215	10,700

Estación 0+560 Cota 10,650 H + I 12,100
 Vista Atrás 1,450

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,20	1,525	10,575		2,90	1,680	10,420
10,00	1,195	10,905		10,00	1,880	10,220

Estación 0+580 Cota Vista Atrás 10,620 1,420 H + I 12,040

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,30	1,625	10,415		3,60	1,665	10,375
10,30	1,275	10,765		4,90	2,150	9,890
				6,80	2,255	9,785
				7,80	1,630	10,410
				10,00	1,620	10,420

Estación 0+600 Cota Vista Atrás 10,633 1,408 H + I 12,041

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,50	1,430	10,611		4,00	1,695	10,346
10,80	1,355	10,686		5,60	2,305	9,736
				7,30	2,345	9,696
				7,80	1,905	10,136
				10,00	1,610	10,431
				11,37	1,625	10,416

Estación 0+620 Cota Vista Atrás 10,555 1,505 H + I 12,060

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,90	1,550	10,510		3,80	1,783	10,277
12,00	1,380	10,680		4,60	2,400	9,660
				6,00	2,285	9,775
				6,70	1,703	10,357
				8,00	1,260	10,800

Estación 0+640 Cota Vista Atrás 10,495 1,425 H + I 11,920

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,80	1,600	10,320		3,80	1,610	10,310
12,40	1,255	10,665		4,60	2,190	9,730
				6,60	2,200	9,720
				8,00	1,510	10,410
				9,80	1,590	10,330

Estación 0+660 Cota Vista Atrás 10,450 1,485 H + I 11,935

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,20	1,630	10,305		5,00	1,625	10,310
12,00	1,265	10,670		5,90	2,180	9,755
				7,20	2,250	9,685
				8,60	1,230	10,705
				9,60	1,310	10,625

Estación 0+680 Cota 10,360 H + I 11,792
 Vista Atrás 1,432

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,30	1,625	10,167		4,80	1,695	10,097
12,30	1,110	10,682		6,00	2,240	9,552
				7,60	2,160	9,632
				8,80	1,335	10,457
				9,60	1,358	10,434

Estación 0+700 Cota 10,367 H + I 11,792
 Vista Atrás 1,425

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,10	1,700	10,092		4,60	1,523	10,269
12,60	1,160	10,632		5,30	2,110	9,682
				6,60	2,160	9,632
				7,80	1,405	10,387
				10,00	1,295	10,497

Estación 0+720 Cota 10,269 H + I 11,701
 Vista Atrás 1,432

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,20	1,565	10,136		4,20	1,650	10,051
13,40	1,160	10,541		5,10	2,275	9,426
				7,40	2,280	9,421
				8,90	1,090	10,611
				10,00	1,165	10,536

Estación 0+740 Cota 10,242 H + I 11,657
 Vista Atrás 1,415

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,600	10,057		5,70	1,700	9,957
13,00	1,125	10,532		6,40	2,305	9,352
				8,40	2,380	9,277
				9,70	1,473	10,184
				10,60	1,180	10,477

Estación 0+760 Cota 10,169 H + I 11,501
 Vista Atrás 1,332

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,20	1,520	9,981		6,20	1,680	9,821
7,30	1,595	9,906		7,00	2,166	9,335
10,00	1,603	9,898		8,80	2,185	9,316
				10,40	1,580	9,921
				11,30	1,405	10,096



BIBLIOTECA FSPOL

Estación 0+780 Cota 10,145 H + I 11,540
 Vista Atrás 1,395

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,20	1,505	10,035		6,00	1,685	9,855
5,60	1,590	9,950		7,40	2,218	9,323
10,00	1,615	9,925		8,70	2,168	9,372
				9,90	1,050	10,490
				12,80	0,650	10,890

Estación 0+800 Cota 10,167 H + I 11,527
 Vista Atrás 1,360

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,20	1,465	10,062		5,80	1,720	9,807
5,60	1,565	9,962		7,20	2,320	9,207
10,00	1,578	9,949		9,00	2,270	9,257
				11,00	1,270	10,257
				12,70	1,340	10,187

Estación 0+820 Cota 10,157 H + I 11,542
 Vista Atrás 1,385

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,50	1,445	10,097		5,20	1,830	9,712
5,30	1,775	9,767		6,00	2,200	9,342
				8,50	2,185	9,357
				10,40	1,460	10,082
				12,80	1,430	10,112

Estación 0+840 Cota 10,177 H + I 11,562
 1 Vista Atrás 1,385

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,00	1,490	10,072		5,20	1,690	9,872
5,00	1,755	9,807		6,00	2,365	9,197
5,60	2,160	9,402		7,80	2,390	9,172
6,80	2,180	9,382		9,20	1,340	10,222
8,50	1,770	9,792		11,30	1,315	10,247

Estación 0+860 Cota 10,142 H + I 11,629
 1 Vista Atrás 1,487

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,40	1,490	10,139		4,60	1,685	9,944
5,00	1,700	9,929		5,00	2,220	9,409
6,60	2,120	9,509		7,20	2,235	9,394
7,20	2,140	9,489		8,20	1,360	10,269
8,40	1,690	9,939		10,60	1,260	10,369

Estación 0+880 Cota 10,129 H + I 11,544
 1 Vista Atrás 1,415

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,00	1,460	10,084		3,33	1,490	10,054
5,80	1,485	10,059		4,50	2,280	9,264
6,70	2,180	9,364		6,00	2,170	9,374
7,30	2,195	9,349		7,60	1,245	10,299
8,40	1,485	10,059		10,00	1,270	10,274

Estación 0+900 Cota 10,217 H + I 11,627
 1 Vista Atrás 1,410

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,465	10,162		4,60	1,355	10,272
6,70	1,500	10,127		5,60	2,225	9,402
				7,20	2,300	9,327
				9,10	0,935	10,692
				10,30	0,580	11,047

Estación 0+920 Cota 10,211 H + I 11,613
 1 Vista Atrás 1,402

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,20	1,420	10,193		6,50	1,430	10,183
8,50	1,265	10,348		7,50	2,100	9,513
				9,40	2,120	9,493
				10,20	1,445	10,168
				12,30	1,282	10,331

Estación 0+940 Cota 10,271 H + I 11,686
 1 Vista Atrás 1,415

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,30	1,520	10,166		5,70	1,445	10,241
10,00	1,385	10,301		6,50	2,130	9,556
				8,90	2,260	9,426
				9,40	1,365	10,321
				9,60	1,200	10,486

Estación 0+960 Cota 10,303 H + I 11,713
 1 Vista Atrás 1,410

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,90	1,500	10,213		5,30	1,480	10,233
10,00	1,585	10,128		6,50	2,250	9,463
				8,30	2,080	9,633
				10,00	0,965	10,748
				12,00	0,986	10,727



BIBLIOTECA FICT
 FSPOL

Estación 1+020 Cota 10,386 H + I 11,804
 Vista Atrás 1,418

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,640	10,164		6,00	1,510	10,294
10,00	1,520	10,284		7,30	2,100	9,704
				8,70	1,990	9,814
				9,40	1,300	10,504
				10,50	1,325	10,479

Estación 1+040 Cota 10,374 H + I 11,789
 Vista Atrás 1,415

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,40	1,510	10,279		4,80	1,370	10,419
10,00	1,545	10,244		6,30	2,160	9,629
				8,00	2,140	9,649
				8,60	1,47	10,319
				11,00	1,44	10,349

Estación 1+060 Cota 10,394 H + I 11,779
 Vista Atrás 1,385

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,40	1,600	10,179		5,50	1,405	10,374
10,00	1,620	10,159		6,80	1,980	9,799
				8,60	2,020	9,759
				9,30	1,350	10,429
				11,50	1,250	10,529

Estación 1+080 Cota 10,444 H + I 11,985
 Vista Atrás 1,541

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,00	1,685	10,300		3,90	1,510	10,475
10,00	1,695	10,290		4,80	2,100	9,885
				6,70	2,110	9,875
				7,50	1,410	10,575
				8,40	1,465	10,520

Estación 1+100 Cota 10,521 H + I 11,944
 Vista Atrás 1,423

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,00	1,565	10,379		3,70	1,695	10,249
10,00	1,090	10,854		4,50	1,990	9,954
				6,30	2,020	9,924
				7,00	1,660	10,284
				10,00	1,550	10,394

Estación 1+120 Cota Vista Atrás 10,541 H + I 12,016
1,475

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,00	1,605	10,411		3,80	1,540	10,476
10,00	1,220	10,796		4,30	2,110	9,906
				6,50	2,050	9,966
				7,50	1,280	10,736
				10,00	1,500	10,516

Estación 1+140 Cota Vista Atrás 10,644 H + I 12,117
1,473

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,40	1,495	10,622		3,70	1,700	10,417
10,00	1,665	10,452		4,80	2,170	9,947
				6,50	2,145	9,972
				7,90	1,300	10,817
				11,00	1,460	10,657

Estación 1+160 Cota Vista Atrás 10,701 H + I 12,094
1,393

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,40	1,610	10,484		3,70	1,575	10,519
10,00	1,630	10,464		4,30	2,200	9,894
				6,40	2,180	9,914
				7,30	1,395	10,699
				11,60	1,450	10,644

Estación 1+180 Cota Vista Atrás 10,731 H + I 12,101
1,370

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,70	1,610	10,491		4,00	1,445	10,656
10,00	1,350	10,751		5,00	2,120	9,981
				7,00	2,160	9,941
				8,00	1,000	11,101
				11,50	1,270	10,831

Estación 1+200 Cota Vista Atrás 10,681 H + I 12,096
1,415

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,70	1,515	10,581		6,00	1,375	10,721
11,00	1,555	10,541		7,70	2,110	9,986
				8,70	2,105	9,991
				9,20	1,220	10,876
				10,00	1,050	11,046

Estación 1+220 Cota Vista Atrás 10,713 1,432 H + I 12,145

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,30	1,558	10,587		5,70	1,355	10,790
11,00	1,540	10,605		6,70	2,050	10,095
				8,70	2,030	10,115
				9,40	1,100	11,045
				10,20	1,205	10,940

Estación 1+240 Cota Vista Atrás 10,726 1,432 H + I 12,158

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,50	1,555	10,603		6,00	1,655	10,503
10,40	1,365	10,793		6,50	2,080	10,078
				8,60	2,100	10,058
				9,00	1,890	10,268
				11,20	1,920	10,238

Estación 1+260 Cota Vista Atrás 10,773 1,373 H + I 12,146

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,70	1,520	10,626		6,00	1,540	10,606
11,00	1,280	10,866		6,80	2,030	10,116
				8,70	2,050	10,096
				9,30	1,350	10,796
				11,70	1,340	10,806

Estación 1+280 Cota Vista Atrás 10,843 1,325 H + I 12,168

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,50	1,500	10,668		5,70	1,300	10,868
11,00	1,085	11,083		6,60	1,995	10,173
				8,70	1,970	10,198
				9,50	0,875	11,293
				11,00	0,945	11,223

Estación 1+300 Cota Vista Atrás 10,868 1,385 H + I 12,253

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,00	1,480	10,773		6,70	1,530	10,723
10,00	1,060	11,193		7,50	2,050	10,203
				8,60	2,030	10,223
				9,40	1,470	10,783
				12,00	1,385	10,868

Estación 1+320 Cota 10,823 H + I 12,233
Vista Atrás 1,410

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,50	1,535	10,698		7,00	1,385	10,848
10,00	1,120	11,113		8,00	1,980	10,253
				9,50	1,950	10,283
				10,20	1,465	10,768
				12,70	1,410	10,823

Estación 1+340 Cota 10,840 H + I 12,245
Vista Atrás 1,405

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,595	10,650		6,50	1,445	10,800
10,00	1,630	10,615		7,60	1,995	10,250
				8,80	1,983	10,262
				9,30	1,515	10,730
				12,50	1,500	10,745

Estación 1+360 Cota 10,893 H + I 12,288
Vista Atrás 1,395

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,50	1,585	10,703		6,00	1,315	10,973
10,00	1,255	11,033		7,00	1,950	10,338
				8,30	1,910	10,378
				9,50	0,980	11,308
				12,00	0,915	11,373

Estación 1+380 Cota 10,888 H + I 12,293
Vista Atrás 1,405

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,10	1,565	10,728		6,00	1,455	10,838
10,00	1,220	11,073		6,70	1,900	10,393
				7,60	1,915	10,378
				8,30	1,370	10,923
				12,00	1,200	11,093

Estación 1+400 Cota 10,898 H + I 12,283
Vista Atrás 1,385

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,40	1,515	10,768		3,10	1,550	10,733
10,00	1,300	10,983		4,40	2,400	9,883
				7,00	2,455	9,828
				9,00	1,315	10,968
				11,00	1,290	10,993

Estación 1+420 Cota 10,903 H + I 12,381
 Vista Atrás 1,478

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,80	1,582	10,799		5,00	1,550	10,831
9,20	1,540	10,841		6,00	2,550	9,831
				7,70	2,600	9,781
				8,50	1,560	10,821
				10,20	1,570	10,811

Estación 1+440 Cota 10,983 H + I 12,358
 Vista Atrás 1,375

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,40	2,220	10,138		5,00	1,350	11,008
4,50	2,285	10,073		6,00	2,430	9,928
				7,60	2,400	9,958
				8,40	1,365	10,993
				11,20	1,400	10,958

Estación 1+460 Cota 11,083 H + I 12,535
 Vista Atrás 1,452

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,550	10,985		4,60	1,485	11,050
9,00	1,508	11,027		5,60	2,500	10,035
				7,40	2,360	10,175
				8,40	1,500	11,035
				11,40	1,350	11,185

Estación 1+480 Cota 11,093 H + I 12,508
 Vista Atrás 1,415

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,00	1,500	11,008		4,60	1,600	10,908
7,60	1,370	11,138		5,10	2,145	10,363
				7,10	2,165	10,343
				9,00	1,055	11,453
				12,00	1,070	11,438

Estación 1+500 Cota 11,343 H + I 12,798
 Vista Atrás 1,455

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,80	1,510	11,288		4,00	1,485	11,313
9,60	1,650	11,148		5,00	2,530	10,268
				6,80	2,500	10,298
				8,00	1,856	10,942
				11,00	1,660	11,138

Estación 1+520 Cota 11,313 H + I 12,753
 Vista Atrás 1,440

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,50	1,430	11,323		4,50	1,630	11,123
10,00	1,365	11,388		5,50	2,400	10,353
				7,00	2,380	10,373
				8,00	1,760	10,993
				10,60	1,620	11,133

Estación 1+540 Cota 11,358 H + I 12,830 843842
 Vista Atrás 1,472

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,40	1,545	11,285		3,50	1,600	11,230
8,90	1,660	11,170		4,30	2,285	10,545
				5,50	2,350	10,480
				6,00	1,800	11,030
				9,00	1,550	11,280

Estación 1+560 Cota 11,403 H + I 12,838
 Vista Atrás 1,435

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,50	1,555	11,283		3,20	1,400	11,438
9,40	1,500	11,338		4,30	2,250	10,588
				6,00	2,265	10,573
				7,10	1,325	11,513
				9,50	1,395	11,443

Estación 1+580 Cota 11,423 H + I 12,903
 Vista Atrás 1,480

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,60	1,523	11,380		3,50	1,575	11,328
9,30	1,550	11,353		4,60	2,430	10,473
				5,90	2,385	10,518
				7,00	1,435	11,468
				9,30	1,405	11,498

Estación 1+600 Cota 11,383 H + I 12,863
 Vista Atrás 1,480

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,00	1,623	11,240		3,60	1,583	11,280
9,10	1,610	11,253		4,70	2,400	10,463
				6,00	2,425	10,438
				6,80	1,740	11,123
				9,00	1,600	11,263



BIBLIOTECA
 ESPO

Estación 1+620 Cota 11,374 H + I 12,842
 Vista Atrás 1,468

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,00	1,750	11,092		3,10	1,540	11,302
10,00	1,570	11,272		4,50	2,245	10,597
				6,00	2,180	10,662
				7,40	1,040	11,802
				9,00	0,990	11,852

Estación 1+640 Cota 11,311 H + I 12,841
 Vista Atrás 1,530

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
8,70	1,700	11,141		4,90	1,630	11,211
13,20	1,870	10,971		5,90	2,260	10,581
				7,50	2,180	10,661
				9,50	1,200	11,641
				12,70	1,180	11,661

Estación 1+660 Cota 11,263 H + I 12,828
 Vista Atrás 1,365

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,315	11,313		4,00	1,600	11,028
10,00	1,300	11,328		5,00	1,980	10,648
				7,70	1,975	10,653
				8,20	1,735	10,893
				11,10	1,665	10,963

Estación 1+680 Cota 11,251 H + I 12,736
 Vista Atrás 1,485

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,00	1,500	11,236		3,30	1,670	11,066
10,00	1,570	11,166		4,70	1,940	10,796
				5,80	1,965	10,771
				7,50	1,500	11,236
				9,20	1,515	11,221

Estación 1+700 Cota 11,246 H + I 12,689
 Vista Atrás 1,443

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,80	1,560	11,129		3,40	1,730	10,959
11,00	1,595	11,094		4,00	1,860	10,829
				5,00	1,895	10,794
				6,40	1,700	10,989
				8,30	1,355	11,334

Estación 1+720 Cota 11,266 H + I 12,679
 Vista Atrás 1,413

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,20	1,555	11,124		4,20	1,420	11,259
10,80	1,680	10,999		5,10	2,070	10,609
				6,00	2,100	10,579
				6,80	1,585	11,094
				8,80	1,640	11,039

Estación 1+740 Cota 11,241 H + I 12,659
 Vista Atrás 1,418

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,00	1,505	11,154		3,90	1,665	10,994
10,70	1,645	11,014		4,30	1,900	10,759
				5,50	1,885	10,774
				6,20	1,770	10,889
				8,90	1,640	11,019

Estación 1+760 Cota 11,221 H + I 12,633
 Vista Atrás 1,412

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,70	1,545	11,088		4,60	1,475	11,158
11,50	1,180	11,453		5,30	1,960	10,673
				6,60	1,975	10,658
				7,00	1,715	10,918
				9,70	1,420	11,213

Estación 1+780 Cota 11,328 H + I 12,733
 Vista Atrás 1,405

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,70	1,500	11,233		5,00	1,740	10,993
10,00	1,440	11,293		5,70	1,900	10,833
				6,80	1,920	10,813
				8,00	1,900	10,833
				10,50	1,800	10,933

Estación 1+800 Cota 11,481 H + I 12,734
 Vista Atrás 1,253

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
6,60	1,330	11,404		3,70	1,555	11,179
11,40	1,230	11,504		4,10	1,820	10,914
				4,80	1,785	10,949
				5,50	1,600	11,134
				8,60	1,730	11,004

Estación 1+820 Cota 11,328 H + I 12,725
Vista Atrás 1,397

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,90	1,445	11,280		2,90	1,538	11,187
10,50	1,790	10,935		9,70	1,440	11,285

Estación 1+840 Cota 11,443 H + I 12,864
Vista Atrás 1,421

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,70	1,520	11,344		3,10	1,610	11,254
10,20	1,955	10,909		9,20	1,735	11,129

Estación 1+860 Cota 11,435 H + I 12,853
Vista Atrás 1,418

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,60	1,600	11,253		3,30	1,545	11,308
10,50	1,880	10,973		10,20	1,600	11,253

Estación 1+880 Cota 11,510 H + I 12,862
Vista Atrás 1,352

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,60	1,445	11,417		3,30	1,485	11,377
10,90	1,520	11,342		10,00	1,372	11,490

Estación 1+900 Cota 11,513 H + I 12,918
Vista Atrás 1,405

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,40	1,530	11,388		3,50	1,515	11,403
11,00	1,705	11,213		10,50	1,385	11,533

Estación 1+920 Cota 11,515 H + I 12,910
 Vista Atrás 1,395

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,50	1,505	11,405		3,30	1,515	11,395
12,00	1,775	11,135		10,60	1,435	11,475

Estación 1+940 Cota 11,583 H + I 13,041
 Vista Atrás 1,458

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,555	11,486		3,20	1,515	11,526
10,00	1,670	11,371		10,50	1,375	11,666

Estación 1+960 Cota 11,598 H + I 13,016
 Vista Atrás 1,418

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,30	1,490	11,526		3,30	1,555	11,461
11,00	1,435	11,581		10,80	1,720	11,296

Estación 1+980 Cota 11,588 H + I 13,048
 Vista Atrás 1,460

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,70	1,428	11,620		3,10	1,485	11,563
1,20	1,300	11,748		11,00	1,390	11,658

Estación 2+000 Cota 11,618 H + I 13,043
 Vista Atrás 1,425

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,70	1,455	11,588		3,40	1,543	11,500
10,20	1,855	11,188		10,50	1,580	11,463



Estación 2+020 Cota 11,675 H + I 13,140
Vista Atrás 1,465

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,50	1,490	11,650		3,50	1,515	11,625
10,20	1,755	11,385		10,20	1,780	11,360

Estación 2+040 Cota 11,637 H + I 13,112
Vista Atrás 1,475

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,30	1,520	11,592		4,50	1,625	11,487
9,80	1,280	11,832		10,00	1,685	11,427

Estación 2+060 Cota 11,730 H + I 13,285
Vista Atrás 1,555

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,80	1,620	11,665		7,20	1,620	11,665
10,00	1,518	11,767		10,50	1,705	11,580

Estación 2+080 Cota 11,900 H + I 13,370
Vista Atrás 1,470

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,495	11,875		8,00	1,430	11,940
10,00	1,455	11,915		16,70	1,410	11,960

Estación 2+100 Cota 11,748 H + I 13,148
Vista Atrás 1,400

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,525	11,623		2,80	1,540	11,608
10,00	1,630	11,518		10,00	1,680	11,468

Estación 2+120 Cota 11,778 H + I 13,183
 Vista Atrás 1,405

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,30	1,630	11,553		3,30	1,670	11,513
10,00	1,680	11,503		10,00	1,500	11,683

Estación 2+140 Cota 11,933 H + I 13,418
 Vista Atrás 1,485

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,30	1,710	11,708		2,30	1,701	11,717
10,00	1,845	11,573		9,00	1,720	11,698

Estación 2+160 Cota 12,050 H + I 13,430
 Vista Atrás 1,380

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
7,00	1,475	11,955		3,20	1,470	11,960
10,90	1,385	12,045		9,00	1,555	11,875

Estación 2+180 Cota 12,108 H + I 13,533
 Vista Atrás 1,425

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,80	1,655	11,878		3,30	1,520	12,013
11,00	1,830	11,703		9,00	1,620	11,913

Estación 2+200 Cota 12,113 H + I 13,563
 Vista Atrás 1,450

292791

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,40	1,590	11,973		3,50	1,475	12,088
10,90	1,830	11,733		9,10	1,610	11,953

Estación 2+220 Cota 12,158 H + I 13,658
Vista Atrás 1,500

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,80	1,650	12,008		3,40	1,525	12,133
10,90	1,200	12,458		9,00	1,370	12,288

Estación 2+240 Cota 12,238 H + I 13,628
Vista Atrás 1,390

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,90	1,470	12,158		3,10	1,440	12,188
11,00	1,245	12,383		8,40	1,815	11,813

Estación 2+260 Cota 12,341 H + I 13,791
Vista Atrás 1,450

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,80	1,525	12,266		3,40	1,515	12,276
10,50	1,870	11,921		9,80	1,850	11,941

Estación 2+280 Cota 12,309 H + I 13,784
Vista Atrás 1,475

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,00	1,550	12,234		3,40	1,550	12,234
10,50	1,880	11,904		9,20	1,810	11,974

Estación 2+300 Cota 12,289 H + I 13,729
Vista Atrás 1,440

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,00	1,535	12,194		3,50	1,505	12,224
10,30	1,640	12,089		9,40	1,603	12,126

Estación 2+320 Cota 12,356 H + I 13,736
 Vista Atrás 1,380

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,00	1,515	12,221		3,50	1,445	12,291
10,50	1,650	12,086		10,20	1,260	12,476

Estación 2+340 Cota 12,369 H + I 13,789
 Vista Atrás 1,420

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,80	1,635	12,154		3,80	1,505	12,284
9,40	1,543	12,246		11,00	1,815	11,974

Estación 2+360 Cota 12,359 H + I 13,779
 Vista Atrás 1,420

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,00	1,540	12,239		3,20	1,505	12,274
9,20	1,590	12,189		10,40	1,650	12,129

Estación 2+380 Cota 12,369 H + I 13,774
 Vista Atrás 1,405

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,80	1,550	12,224		3,50	1,470	12,304
9,00	1,445	12,329		9,60	1,660	12,114

Estación 2+400 Cota 12,314 H + I 13,754
 Vista Atrás 1,440

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,80	1,510	12,244		3,70	1,485	12,269
9,00	1,480	12,274		9,00	1,505	12,249



Estación 2+420 Cota 12,454 H + I 14,014
Vista Atrás 1,560

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	1,565	12,449		5,70	1,785	12,229
10,00	1,870	12,144		10,30	1,725	12,289

Estación 2+440 Cota 12,604 H + I 14,089
Vista Atrás 1,485

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,30	1,420	12,669		3,10	1,620	12,469
11,00	1,785	12,304		7,00	1,645	12,444

Estación 2+460 Cota 12,691 H + I 14,186
Vista Atrás 1,495

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,80	1,530	12,656		5,00	1,575	12,611
7,10	1,840	12,346		11,30	1,755	12,431

Estación 2+480 Cota 12,744 H + I 14,189
Vista Atrás 1,445

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,80	1,530	12,659		5,10	1,528	12,661
8,00	1,835	12,354		10,30	1,855	12,334

Estación 2+500 Cota 12,569 H + I 14,089
Vista Atrás 1,520

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
1,80	1,590	12,499		5,10	1,545	12,544
10,00	2,000	12,089		12,50	1,640	12,449

Estación 2+520 Cota 12,349 H + I 13,719
Vista Atrás 1,370

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,20	1,410	12,309		4,10	1,470	12,249
10,00	1,965	11,754		11,80	2,025	11,694

Estación 2+540 Cota 12,339 H + I 13,786
Vista Atrás 1,447

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,60	1,540	12,246		2,80	1,555	12,231
10,00	1,845	11,941		12,00	2,025	11,761

Estación 2+560 Cota 12,492 H + I 13,999
Vista Atrás 1,507

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,20	1,545	12,454		3,50	1,570	12,429
10,00	1,900	12,099		11,00	1,980	12,019

Estación 2+580 Cota 12,572 H + I 13,917
Vista Atrás 1,345

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,90	1,395	12,522		3,80	1,390	12,527
10,00	1,685	12,232		10,00	1,540	12,377

Estación 2+600 Cota 12,661 H + I 14,001
Vista Atrás 1,340

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,00	1,405	12,596		4,40	1,485	12,516
9,60	1,530	12,471		10,00	1,720	12,281

Estación 2+620 Cota 12,624 H + I 13,997
Vista Atrás 1,373

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,50	1,380	12,617		3,80	1,480	12,517
9,80	1,610	12,387		9,00	1,720	12,277

Estación 2+640 Cota 12,549 H + I 13,892
Vista Atrás 1,343

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,30	1,365	12,527		4,80	1,460	12,432
9,80	1,613	12,279		11,00	1,560	12,332

Estación 2+660 Cota 12,544 H + I 13,897
Vista Atrás 1,353

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,40	1,380	12,517		4,80	1,445	12,452
10,50	1,575	12,322		11,00	1,660	12,237

Estación 2+680 Cota 12,316 H + I 13,686
1 Vista Atrás 1,370

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,00	1,425	12,261		2,80	1,445	12,241
10,00	1,705	11,981		10,60	1,785	11,901

Estación 2+700 Cota 12,524 H + I 13,949
Vista Atrás 1,425

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,70	1,525	12,424		3,00	1,500	12,449
10,00	1,745	12,204		9,60	1,823	12,126

Estación 2+720 Cota 12,474 H + I 13,814
 Vista Atrás 1,340

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,495	12,319		2,60	1,425	12,389
10,50	1,650	12,164		9,80	1,570	12,244

Estación 2+740 Cota 12,507 H + I 13,787
 Vista Atrás 1,280

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,365	12,422		2,50	1,400	12,387
10,00	1,545	12,242		8,80	1,530	12,257

Estación 2+760 Cota 12,534 H + I 14,007
 Vista Atrás 1,473

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
5,00	1,485	12,522		3,40	1,570	12,437
9,60	1,495	12,512		10,00	1,725	12,282

Estación 2+780 Cota 12,669 H + I 13,971
 Vista Atrás 1,302

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
4,00	1,380	12,591		2,30	1,370	12,601
10,00	1,480	12,491		10,00	1,615	12,356

Estación 2+800 Cota 12,869 H + I 14,284
 Vista Atrás 1,415

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,00	1,545	12,739		3,80	1,495	12,789
9,00	1,505	12,779		10,00	1,625	12,659



Estación 2+820 Cota 12,959 H + I 14,351
 Vista Atrás 1,392

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,20	1,405	12,946		3,60	1,468	12,883
10,00	1,325	13,026		10,70	1,740	12,611

Estación 2+840 Cota 13,047 H + I 14,489
 Vista Atrás 1,442

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,30	1,520	12,969		3,50	1,500	12,989
9,80	1,595	12,894		11,00	1,660	12,829

Estación 2+860 Cota 13,130 H + I 14,500
 Vista Atrás 1,370

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,20	1,440	13,060		4,00	1,465	13,035
10,00	1,515	12,985		10,00	1,590	12,910

Estación 2+880 Cota 13,190 H + I 14,555
 Vista Atrás 1,365

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,50	1,445	13,110		3,70	1,460	13,095
9,50	1,435	13,120		9,50	1,685	12,870

Estación 2+900 Cota 13,210 H + I 14,560
 Vista Atrás 1,350

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,00	1,430	13,130		4,00	1,455	13,105
9,50	1,185	13,375		10,00	1,613	12,947

Estación 2+920 Cota 13,330 H + I 14,785
Vista Atrás 1,455

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
2,20	1,545	13,240		4,00	1,560	13,225
9,80	1,315	13,470		10,40	1,680	13,105

Estación 2+940 Cota 13,420 H + I 14,785
Vista Atrás 1,365

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,00	1,445	13,340		4,00	1,440	13,345
9,60	1,390	13,395		10,00	1,325	13,460

Estación 2+960 Cota 13,405 H + I 14,835
Vista Atrás 1,430

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,20	1,650	13,185		3,50	1,465	13,370
7,40	1,755	13,080		10,00	1,345	13,490

Estación 2+980 Cota 13,370 H + I 14,818
Vista Atrás 1,448

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,10	1,615	13,203		4,10	1,520	13,298
10,00	1,790	13,028		10,00	1,405	13,413

Estación 3+000 Cota 13,435 H + I 14,940
Vista Atrás 1,505

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,00	1,645	13,295		4,50	1,498	13,442
10,00	1,940	13,000		10,00	1,485	13,455

Estación 3+020 Cota 13,471 H + I 14,913
 Vista Atrás 1,442

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,00	1,515	13,398		4,00	1,470	13,443
10,00	1,615	13,298		10,00	1,440	13,473

Estación 3+040 Cota 13,449 H + I 14,884
 Vista Atrás 1,435

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
3,00	1,565	13,319		5,20	1,460	13,424
10,80	1,585	13,299		10,00	1,470	13,414

Estación 3+060 Cota 13,449 H + I 14,949
 Vista Atrás 1,500

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
9,30	1,530	13,419		5,00	1,535	13,414
18,40	1,770	13,179		9,90	1,430	13,519

Estación 3+080 Cota 13,744 H + I 15,059
 Vista Atrás 1,315

Distancia a CL (m)	Lectura Derecha	Cota	Observación	Distancia a CL (m)	Lectura Izquierda	Cota
10,00	1,360	13,699		7,30	1,455	13,604
20,00	1,285	13,774		10,00	1,420	13,639

ANEXO F

REPLANTEO DE CURVAS CIRCULARES

SIMPLES

CURVA CIRCULAR # 1

Curva 1		Abcisa	Distancia		Ángulo Deflexión				Ángulo Δ			
			Parcial	Acumulada	°	'	"		°	'	"	
PC	487,47	0 + 487,47								0	1	55
	500	0 + 500	12,53	12,53	0	23	59	0,400	Ángulo α			
	520	0 + 520	20,00	32,53	1	2	15	1,038	°	'	"	
	540	0 + 540	20,00	52,53	1	40	32	1,676	5	24	58	
	560	0 + 560	20,00	72,53	2	18	49	2,314	L _C		84,9	
	PT	572,36	0 + 572,36	12,36	84,89	2	42	29	2,708	Izq.	Derecha	
									Der.			

CURVA CIRCULAR # 2

Curva 2		Abcisa	Distancia		Ángulo Deflexión				Ángulo Δ			
			Parcial	Acumulada	°	'	"		°	'	"	
PC	1090,99	1 + 90,99								0	2	52
			6,59	6,59	0	18	53	0,315	Ángulo α			
PT	1097,58	1 + 97,58								0	37	47
									L _C		6,59	
									Izquierda			

CURVA CIRCULAR # 5

Curva 5		Abcisa	Distancia		Ángulo Deflexión				Ángulo Δ		
			Parcial	Acumulada	°	'	"		°	'	"
									0	6	46
PC	2281,28	2 + 281,28	18,72	18,72	2	6	39	2,111	Ángulo α		
	2300	2 + 300	20,00	38,72	4	21	60	4,367	82	26	43
	2320	2 + 320	20,00	58,72	6	37	20	6,622	L _c 365,49 Izquierda		
	2340	2 + 340	20,00	78,72	8	52	41	8,878			
	2360	2 + 360,00	20,00	98,72	11	8	2	11,134			
	2380	2 + 380,00	20,00	118,72	13	23	22	13,390			
	2400	2 + 400,00	20,00	138,72	15	38	43	15,645			
	2420	2 + 420,00	20,00	158,72	17	54	4	17,901			
	2440	2 + 440,00	20,00	178,72	20	9	24	20,157			
	2460	2 + 460,00	20,00	198,72	22	24	45	22,412			
	2480	2 + 480,00	20,00	218,72	24	40	6	24,668			
	2500	2 + 500,00	20,00	238,72	26	55	26	26,924			
	2520	2 + 520,00	20,00	258,72	29	10	47	29,180			
	2540	2 + 540,00	20,00	278,72	31	26	8	31,435			
	2560	2 + 560,00	20,00	298,72	33	41	28	33,691			
	2580	2 + 580,00	20,00	318,72	35	56	49	35,947			
	2600	2 + 600,00	20,00	338,72	38	12	10	38,203			
	2620	2 + 620,00	20,00	358,72	40	27	30	40,458			
	2640	2 + 640,00	6,78	365,49	41	13	21	41,223			
	PT	2646,78	2 + 646,78								

ANEXO G

ENSAYOS DE SUELOS

PROYECTO: Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"

REALIZA : MA y CB

LOCALZ : Av. Jaime Roldós, margen izquierdo, Abs. 2 + 400

APROBADO: Ing. Julio Peñañiel

MUESTRA : 3B

FECHA : Mayo del 2004

PROF. : 1.0 - 1.2 m

ENSAYOS DE CLASIFICACION1.- CONTENIDO DE HUMEDAD

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %	3A
71,64	52,88	10,18	43,93	
74,54	54,92	10,51	44,18	
VALOR PROMEDIO:			44,06	%

2.- GRANULOMETRIA

DATOS:	W HUM. =	113,53	W SECO =	78,8
TAMIZ	W RET.		% PASA	
No. 4	0,00	0	100,00	
No. 10	0,00	0	100,00	
No. 40	0,20	0	99,75	
No.200	2,45	3	96,69	

3.- LIMITE LIQUIDO

GOLPES	W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
41	26,45	21,20	9,40	44,49
24	28,84	22,78	9,80	46,69
13	31,49	24,44	10,49	50,54

LIMITE LIQUIDO = 47

4.- LIMITE PLASTICO

2

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
17,02	15,05	9,95	38,63
16,68	14,83	9,99	38,22

VALOR PROMEDIO: 38,43

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA.	PLASTICIDAD:	CLASIFICACION:
GRAVA	LL = 47	SUCS : ML
ARENA	LP = 38	
FINOS	IP = 9	

PROYECTO: Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"

LOCALZ. : Av. Jaime Roldós, margen derecho, Abs. 0 + 500

MUESTRA : 1-A

PROF. : 0,80 - 1,50 m

REALIZA : MA y CB

APROBADO: Ing. Julio Peñafiel

FECHA : Mayo del 2004

ENSAYOS DE CLASIFICACION**1.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
77,95	58,97	9,85	38,48
76,29	58,25	10,23	37,57
VALOR PROMEDIO:			38,03 %

2.- GRANULOMETRIA

DATOS: W HUM. = 127,70 W SECO = 92,5

TAMIZ	W RET.	% PASA
No. 4	0,00	100,00
No. 10	0,00	100,00
No. 40	0,00	100,00
No. 200	2,63	97,16

3.- LIMITE LIQUIDO

GOLPES	W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
38	29,17	24,37	10,71	35,14
21	28,91	23,80	10,31	37,88
10	29,93	24,30	10,25	40,07

LIMITE LIQUIDO = 37

4.- LIMITE PLASTICO

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
13,64	12,64	9,46	31,45
13,81	12,76	9,43	31,53

VALOR PROMEDIO: 31,49

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA	PLASTICIDAD.	CLASIFICACION:
GRAVA	LL = 37	SUCS : ML
ARENA	LP = 31	
FINOS	IP = 6	

PROYECTO: Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"

LOCALZ. : Av. Jaime Roldós, margen derecho, Abs. 0 + 500

MUESTRA : A-2

PROF. : 0,50 m

REALIZA : MA y CB

APROBADO: Ing. Julio Peñafiel

FECHA : Mayo del 2004

ENSAYOS DE CLASIFICACION**1.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
76,36	65,25	10,06	20,13
78,00	66,72	9,90	19,86
VALOR PROMEDIO:			19,98 %

2.- GRANULOMETRIA

DATOS: W HUM. = 123,31 W SECO = 102,8

TAMIZ	W RET.	% PASA
No. 4	3,71	96,39
No. 10	11,42	88,89
No. 40	32,50	68,37
No.200	54,42	47,04

3.- LIMITE LIQUIDO

GOLPES	W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
33	28,11	24,78	10,72	23,68
20	30,94	26,84	10,17	24,80
8	37,77	31,82	10,24	27,57

LIMITE LIQUIDO = 24

4.- LIMITE PLASTICO

2

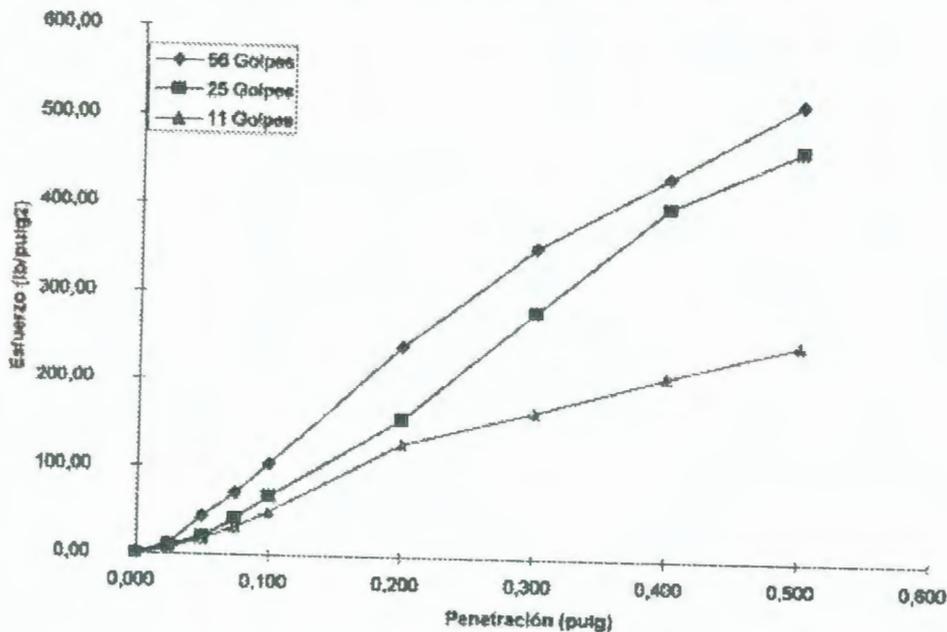
W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
13,77	13,03	9,88	23,49
14,08	13,31	9,96	22,99

VALOR PROMEDIO: 23,24

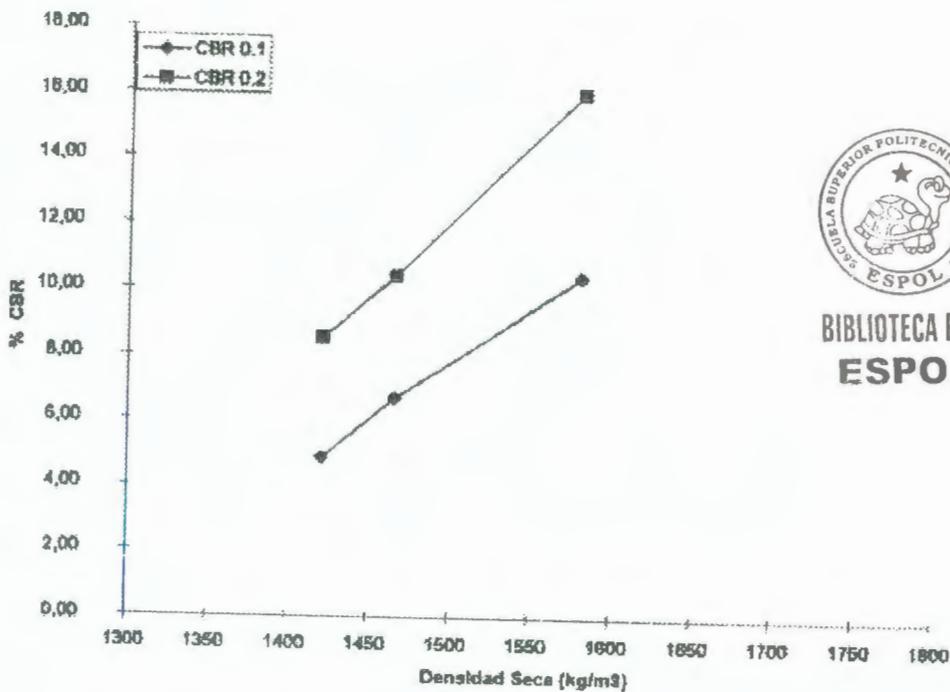
5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA:	PLASTICIDAD:	CLASIFICACION:
GRAVA 4 %	LL = 24	SUCS : SM
ARENA 49 %	LP = 23	
FINOS 47 %	IP = 1	

CURVA ESFUERZO - PENETRACION
 OBRA: Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós", Muestra 1A



CURVA %CBR - DENSIDAD SECA



BIBLIOTECA FICT
 ESPOL

PROYECTO : Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"
 LOCALIZ. : Av. Jaime Roldós, margen derecho.
 MUESTRA : 1A, Yacimiento 0.80 - 1.50 m

REALIZA : MA y CB
 FECHA : Mayo del 2004
 APROBADO: Ing. Julio Peñafiel

ENSAYO CBR MODIFICADO

DATOS DEL MOLDEO		No. DE CAPAS = 5		PESO MARTILLO = 4,5 Kg.	
MOLDE No.:		88	11	11A	
Diámetro:	56		26		11
Peso comp.:	11.039		10.980		10.920
Peso molde:	6.792		6.644		7.082
Peso suelo:	4.247		3.936		3.838
Volumen :	2.124		2.124		2.124
Dens. Hum :	2.000		1.893		1.807

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE MOLDEO:						
W. húmedo :	64,57	66,32	73,3	62,28	61,48	58,75
W. seco :	53,12	54,41	60,2	51,31	50,63	48,22
W. capote:	9,93	9,56	9,7	10,51	10,23	9,78
w(%) :	26,33	26,57	26,0	26,64	26,86	27,39
w(%) prom.:		26,45		26,40		27,12
Dens. Secar :		1,581		1,466		1,421

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACION:						
W. húmedo :	101,24	91,08	89,1	81,04	85,21	96,17
W. seco :	80,88	72,84	71,1	64,76	74,18	74,40
W. capote:	9,87	9,25	10,6	8,99	9,96	8,72
w(%) :	28,71	26,68	28,8	28,72	32,79	33,66
w(%) prom.:		26,70		28,75		33,22

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA			
Peso sat.:	11.180		10.785
Agua abs. :	141		215
% agua ab.:	3,32		5,46

DENSIDAD MAX.:		HUMEDAD OPTIMA:	
	1,769 kg/m ³		17,60 %

ESPONJAMIENTO:						
MOLDE No.:	88,00		11,00		11A	
Tiempo (días)	díal	%	díal	%	díal	%
0	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
1	14	0,30	48,0	1,03	42	0,90
2	15	0,32	50,0	1,07	45	0,96
3	16	0,34	51,0	1,09	46	0,98
4	17	0,36	52,0	1,11	46	0,98

PENETRACION						
MOLDE No.:	88,00		11,00		11A	
penetracion (milímetros)	díal	presion lb/plg ²	díal	presion lb/plg ²	díal	presion lb/plg ²
		58 Golpes		25 Golpes		11 Golpes
0,000	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
0,025	16	12,00	15,0	10,00	10	6,67
0,050	65	43,33	30,0	20,00	26	17,33
0,075	105	70,00	61,0	40,67	47	31,33
0,100	156	104,00	100,0	66,67	73	48,67
0,200	360	240,00	234,0	156,00	192	128,00
0,300	530	353,33	421,0	280,67	250	166,67
0,400	651	434,00	600,0	400,00	312	208,00
0,500	776	518,67	700,0	466,67	370	248,67

VALORES CBR:			
presion lb/plg ²	valor CBR 0.1"	presion lb/plg ²	valor CBR 0.2"
104,00	10,40	240,00	16,00
66,67	6,67	196,00	10,40
48,67	4,67	128,00	8,53

PROYECTO : Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"
 LOCALIZ. : Av. Jaime Roldós, margen del arroyo, Abs. 0 + 500
 MUESTRA : 1-A
 PROF. :
 DESCRIPCIÓN : Suelo de subrasante

REALIZA : MA y CB
 FECHA : Mayo del 2004

ENSAYO DE COMPACTACION

TIPO DE PRUEBA: Proctor Modificado

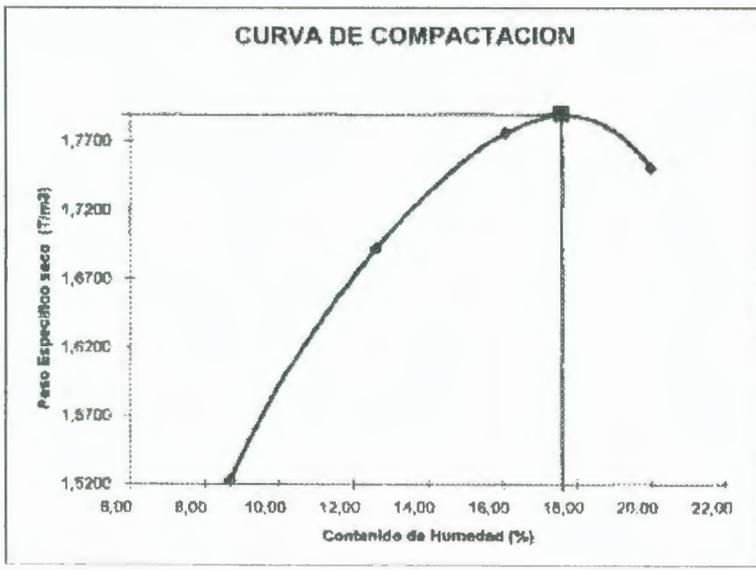
MOLDE: 1 No. DE CAPAS: 5
 VOLUMEN: 944 cm³
 MASA : 4288 gr

PESO MARTILLO = 4500 gr
 ALT. CAIDA = 46 cm
 GOLPES POR CAPA = 25

PRUEBA No.:	1	2	3	4				
Molde+suelo h.(g)	5 850,0	6 066,0	6 234,0	6 270,0				
Masa molde (gr)	4 288	4 288	4 288	4 288				
Masa suelo h. (gr) :	1 562	1 798	1 946	1 982				
Dens. Hum (gr/cm ³) :	1,655	1,905	2,061	2,100				
W. húmeda (g)	50,39	49,90	55,79	65,25	54,84	62,51	59,72	68,95
W. seca (g)	47,13	48,71	50,73	58,97	48,52	55,21	51,18	59,32
W. capilar (g)	9,57	10,04	10,23	9,58	9,38	9,74	9,27	10,22
humedad (%)	8,68	8,70	12,49	12,72	18,15	16,05	20,38	19,61
humedad prom. (%)		8,69		12,60		16,10		20,00
Dens. Secc (gr/cm ³) :	1,522		1,691		1,776		1,750	

Densidad seca máxima = 1,789 gr/cm³

Humedad Óptima = 17,80 %



PROYECTO: Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"
 LOCALIZ. : Av. Jaime Roldós, centro de vía, Abs. 1 + 600
 MUESTRA: B1

REALIZA : MA y CB
 APROBADO: Ing. Julio Peñafiel
 FECHA : Mayo del 2004

ENSAYOS DE CLASIFICACION

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
58,13	48,83	10,49	19,04
60,28	52,13	9,87	18,24
	VALOR PROMEDIO:		18,14

2.- GRANULOMETRIA

DATOS: W HUM. = 115,05 W SECO = 96,58

TAMIZ	W RET.	% RET	% PASA
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,00	0	100
No. 40	0,00	0	100
No. 200	49,05	51	49

3.- LIMITE LIQUIDO :

4.- LIMITE PLASTICO :

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA.	PLASTICIDAD:	CLASIFICACION:
GRAVA	0 % LL = NP	SUCS : SM
ARENA	51 % LP = NP	
FINOS	49 % IP = NP	
Arena gruesa "	0 %	
Arena media "	0 %	
Arena fina "	51 %	

PROYECTO : Tests de Grado "Av. Jaime Roldós"
 LOCALIZ. : Av. Jaime Roldós, centro de vía, Abs. 1 + 600
 MUESTRA : B1
 PROF. :
 RECEPCION: M8-99

REALIZA : MA y CB
 FECHA : Mayo del 2004

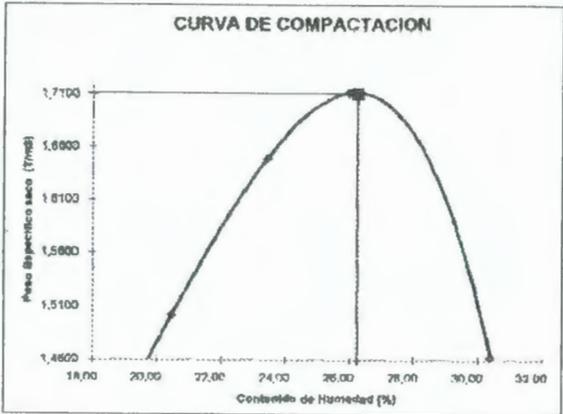
ENSAYO DE COMPACTACION

TIPO DE PRUEBA: Proctor Modificado

MOLDE: 1 No. DE CAPAS: 5 PESO MARTILLO = 4500 gr
 VOLUMEN: 944 cm³ ALT. CAIDA = 46 cm
 MASA : 4288 gr GOLPES POR CAPA = 25

PRUEBA No.:	1	2	3	4				
Molde + suelo h. (g)	5.996,0	6.210,0	6.323,0	6.086,0				
Masa molde (gr)	4.288	4.288	4.288	4.288				
Masa suelo h. (gr)	1.708	1.922	2.035	1.800				
Dens. Hum (gr/cm ³)	1,809	2,036	2,156	1,907				
W. húmedo (g)	57,43	59,46	50,99	54,91	52,21	48,64	72,73	56,49
W. seco (g)	49,53	50,23	43,18	46,44	43,58	39,02	58,07	45,54
W. capsaús (g)	10,50	10,50	9,90	10,17	9,87	10,03	9,69	9,63
Humedad (%)	20,24	20,71	23,54	23,35	26,68	26,26	30,30	30,49
Humedad prom (%)		20,48		23,45		25,98		30,40
Dens. Seca (gr/cm ³)		1,502		1,549		1,711		1,462

Densidad seca máxima = 1,711 gr/cm³ Humedad Óptima = 26,24 %



PROYECTO : Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"
 LOCALIZ. : Av. Jaime Roldós, centro de vía
 MUESTRA : B1

REALIZA : MA y CB
 FECHA : Mayo del 2004
 RECEPCION: MS-99

ENSAYO CBR MODIFICADO

DATOS DEL MOLDEO		No. DE CAPAS = 5		PESO MARTILLO = 4.5 Kg.	
MOLDE No.:	17A	2F	52		
Golpes/capa	56	26	11		
Peso comp.:	11.500	10.865	10.499		
Peso molde:	6.931	6.711	6.540		
Peso suelo:	4.589	4.154	3.959		
Volumen :	2.124	2.124	2.124		
Dens. Hum :	2.151	1.956	1.864		

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE MOLDEO:						
W. humedo :	63,42	76,92	60,9	65,98	72,84	71,08
W. seco :	52,41	62,89	50,3	54,64	60,23	58,20
W. capsula:	10,51	9,62	10,2	9,58	10,45	9,73
w (%) :	26,28	28,34	26,4	25,17	25,33	26,57
w(%) prom.:		26,31		25,76		25,95
Dens. Seca:	1.703			1.555		1.480

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACION:						
W. humedo :	77,30	56,00	50,4	45,95	58,41	64,60
W. seco :	62,00	45,44	40,2	36,70	45,51	49,41
W. capsula:	10,30	9,95	9,7	9,48	10,24	9,26
w (%) :	28,58	29,75	33,4	33,98	36,57	37,83
w(%) prom.:		29,67		33,69		37,20

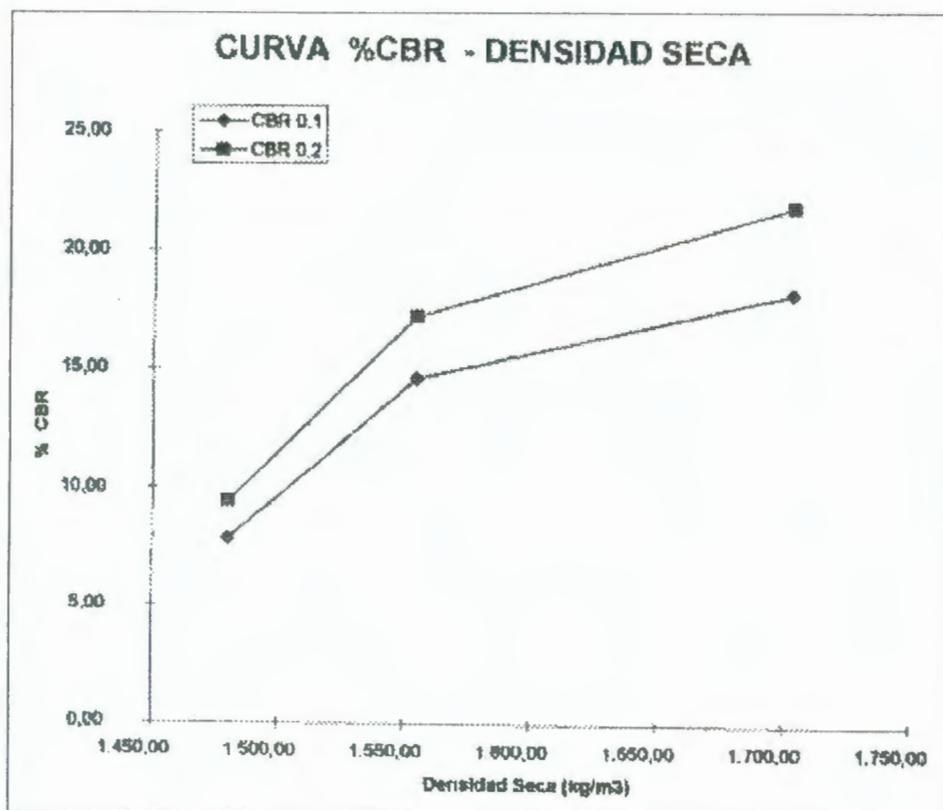
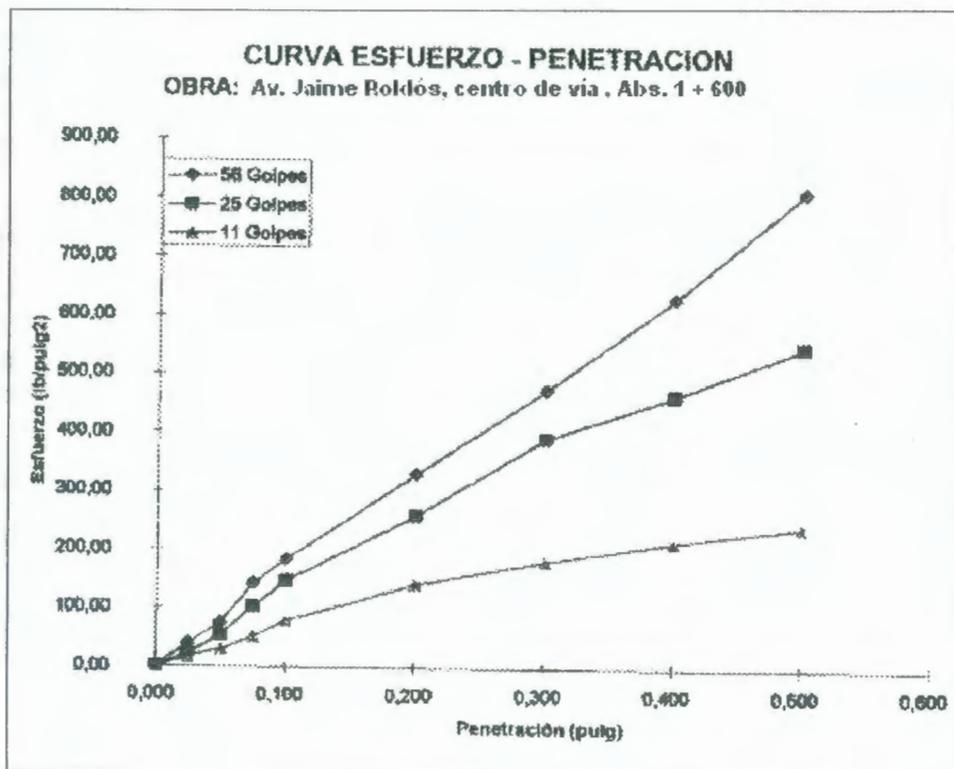
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA			
Peso satr.:	11.860		10.956
Agua abs. :	380		457
% agua ab.:	8,32		11,54

PORCENTAJE DE COMPACTACION:			
DENSIDAD MAX.:	1,711 kg/m3	HUMEDAD OPTIMA:	26,24 %

ESPONJAMIENTO:						
MOLDE No.:	17A		2F		52	
Tiempo (dias)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
1	21	0,45	30,0	0,64	40	0,85
2	33	0,71	72,0	1,54	87	1,86
3	50	1,07	96,0	2,05	101	2,16
4	62	1,32	110,0	2,35	113	2,41

PENETRACION						
MOLDE No.:	17A		2F		52	
penetracion (pulgadas)	dial	presion lb/plg2	dial	presion lb/plg2	dial	presion lb/plg2
		56 Golpes		25 Golpes		11 Golpes
0,000	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
0,025	16	39,11	9,0	22,00	7	17,11
0,050	31	75,77	22,0	53,78	12	29,33
0,075	58	141,77	42,0	102,66	21	51,33
0,100	75	183,33	60,0	146,66	32	78,22
0,200	135	329,99	106,0	259,10	58	141,77
0,300	194	474,20	160,0	391,09	74	180,88
0,400	258	630,64	190,0	484,42	88	215,10
0,500	332	811,52	224,0	547,53	99	241,98

VALORES CBR:			
presion lb/plg2	valor CBR 0.1"	presion lb/plg2	valor CBR 0.2"
183,33	18,33	329,99	22,00
146,66	14,67	259,10	17,27
78,22	7,82	141,77	9,45



PROYECTO: Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"
 LOCALZ. : Av. Jaime Roldós, centro de vía, Abs. 1 + 600
 MUESTRA : B2
 PROF. : 0,50 - 0,75 m

REALIZA : MA y CB
 APROBADO: Ing. Julio Peñafiel
 FECHA : Mayo del 2004

ENSAYOS DE CLASIFICACION

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
69,16	56,65	9,74	26,87
78,60	64,48	10,45	28,13
VALOR PROMEDIO:			28,40 %

2.- GRANULOMETRIA

DATOS: W HUM. = 124,22 W SECO = 98,3

TAMIZ	W RET.	% PASA
No. 4	0,00	100,00
No. 10	3,56	96,38
No. 40	14,42	85,33
No. 200	25,82	73,73

3.- LIMITE LIQUIDO

GOLPES	W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
35	28,92	21,92	10,20	42,66
21	28,72	22,80	9,80	45,54
12	32,52	25,22	10,25	48,76

LIMITE LIQUIDO = 45

4.- LIMITE PLASTICO

2

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
13,59	12,55	9,22	31,23
13,88	12,83	9,49	31,44

VALOR PROMEDIO: 31,33

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA	PLASTICIDAD:	CLASIFICACION:
GRAVA	0 %	LL = 45
ARENA	28 %	LP = 31
FINOS	74 %	IP = 14
		SUCS : ML

PROYECTO: Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"

LOCALIZ. : Abs. 2 + 400, margen izquierdo

MUESTRA : 3A

PROF. : 0,50 - 0,70 m

REALIZA : MA y CB

APROBADO: Ing. Julio Peñafiel

FECHA : Mayo del 2004

ENSAYOS DE CLASIFICACION**1.- CONTENIDO DE HUMEDAD**

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
73,00	57,06	9,47	33,49
74,80	58,96	9,58	32,06
VALOR PROMEDIO:			32,78 %

2.- GRANULOMETRIA

DATOS: W HUM. = 128,79 W SECO = 97,0

TAMIZ	W RET.	% PASA
No. 4	0,00	100,00
No. 10	0,00	100,00
No. 40	0,21	99,78
No. 200	29,39	69,70

3.- LIMITE LIQUIDO

GOLPES	W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
38	27,58	23,09	9,85	33,91
24	28,88	24,17	11,10	38,04
14	28,95	23,73	9,97	37,94

LIMITE LIQUIDO = 36

4.- LIMITE PLASTICO

2

W HUM.	W SECO	W CAPS	w %
13,34	12,27	8,97	32,42
14,11	12,95	9,32	31,96

VALOR PROMEDIO: 32,19

5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACION

GRANULOMETRIA:	PLASTICIDAD:	CLASIFICACION
GRAVA 0 %	LL = 36	SUCS : ML
ARENA 30 %	LP = 32	
FINOS 70 %	IP = 4	

PROYECTO : Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"

REALIZA : MA y CB

LOCALIZ. : Av. Jaime Roldós, margen izquierdo, Abs. 2 + 400

MUESTRA : 3A

PROF. :

FECHA : Mayo del 2004

RECEPCION: MS-99

ENSAYO DE COMPACTACION

TIPO DE PRUEBA: Proctor Modificado

MOLDE: 1 No. DE CAPAS: 5

PESO MARTILLO = 4500 gr

VOLUMEN: 944 cm³

ALT. CAIDA = 48 cm

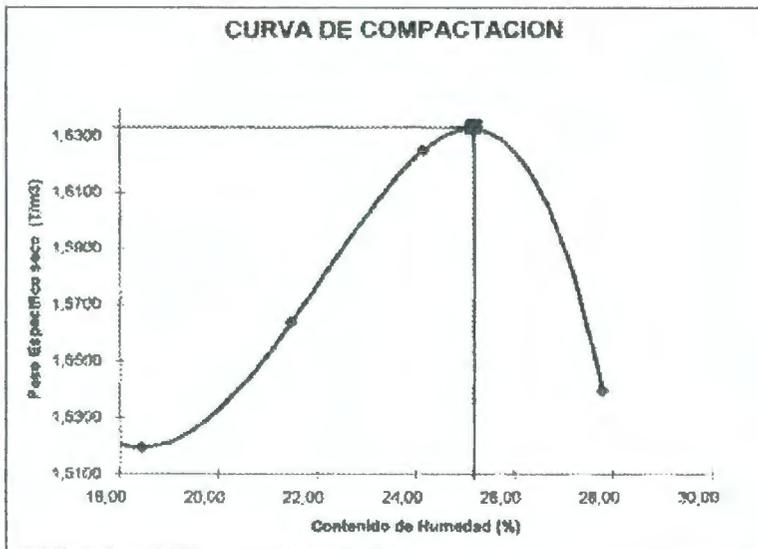
MASA : 4288 gr

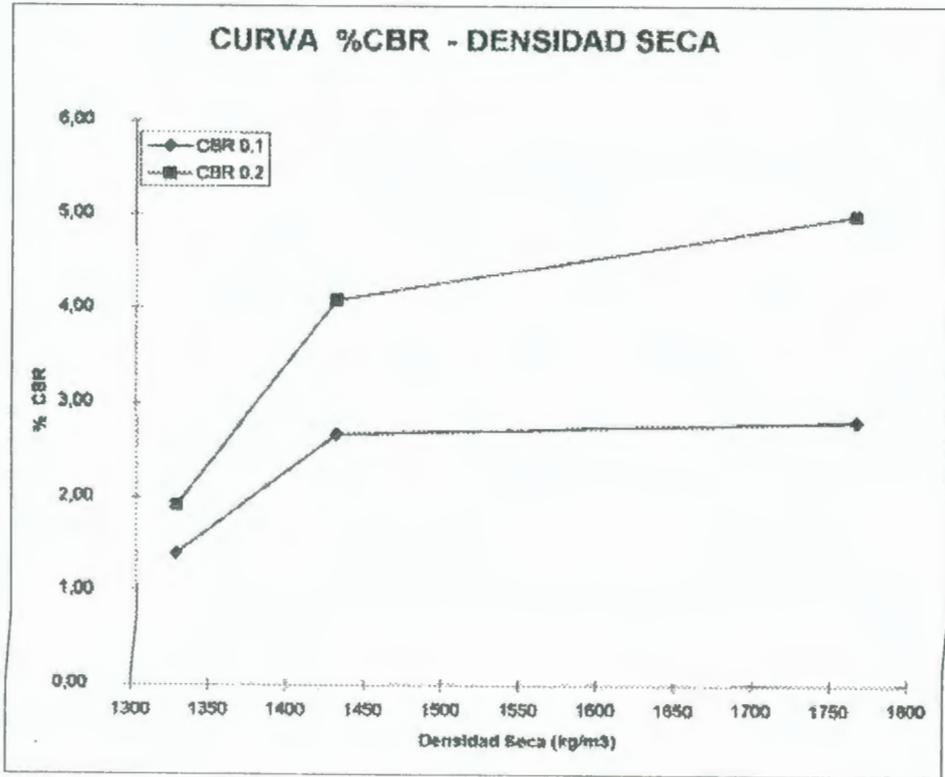
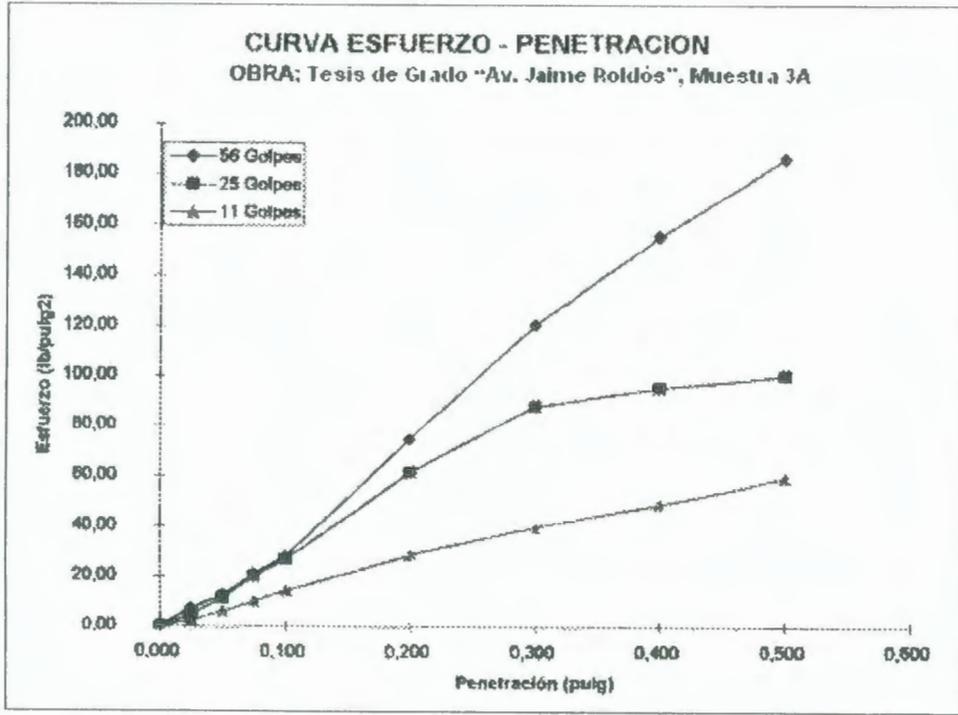
GOLPES POR CAPA = 25

PRUEBA No.:		1		2		3		4	
Molde+suelo h.(g)		8.081,0		6.192,0		8.145,0		5.987,0	
Masa molde (gr)		4.288		4.288		4.288		4.288	
Masa suelo h. (gr)		1.793		1.904		1.857		1.699	
Dens. Hum (gr/cm ³)		1,899		2,017		1,967		1,800	
W. humedo (g)	46,25	57,78	81,33	49,93	57,97	54,81	45,26	48,58	
W. seco (g)	38,78	48,27	51,28	42,25	47,21	45,03	39,88	42,50	
W. capsula (g)	9,71	9,68	9,95	10,23	9,49	9,89	10,21	10,22	
humedad (%)	21,52	21,44	24,32	23,99	27,73	27,83	18,13	18,77	
humedad prom.(%)		21,48		24,15		27,78		18,45	
Dens. Seca (gr/cm ³)		1,564		1,625		1,539		1,519	

Densidad seca máxima = 1,633 gr/cm³

Humedad Optima = 25,18 %





PROYECTO : Tesis de Grado "Av. Jaime Roldós"
 LOCALIZ. : Abs. 2 + 400, margen izquierdo
 MUESTRA : 3A

REALIZA : MA y CB
 FECHA : Mayo del 2004
 RECEPCION: MS-99

ENSAYO CBR MODIFICADO

DATOS DEL MOLDEO	No. DE CAPAS = 5		PESO MARTILLO = 4.5 Kg.		
MOLDE No.:	51	17	110		
Golpes/capa:	56	26	13		
Peso comp.:	11.153	10.956	10.438		
Peso molde:	6.439	7.155	6.913		
Peso suelo:	4.714	3.801	3.525		
Volumen :	2.124	2.124	2.124		
Dens. Hum :	2.219	1.790	1.660		

CONTENIDOS DE HUMEDAD DE MOLDEO:

W. humedo :	50,31	45,38	48,1	54,58	54,59	61,79
W. seco :	42,21	37,99	40,5	45,55	45,62	51,29
W. capsula:	10,23	9,87	10,5	9,89	10,17	9,36
w (%) :	25,33	26,28	25,1	25,27	25,30	25,04
w(%) prom.:		25,80		25,21		25,17
Dens. Seca:		1,764		1,429		1,326

CONTENIDOS DE HUMEDAD LUEGO DE LA SATURACION:

W. humedo :	60,74	74,21	79,7	67,63	62,14	91,35
W. seco :	47,65	57,98	60,9	71,46	63,36	70,39
W. capsula:	9,38	9,48	9,4	26,81	20,36	23,18
w (%) :	34,20	33,48	36,5	38,22	43,67	44,40
w(%) prom.:		33,83		36,38		44,04

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA

Peso satr.:	11.318		11.156	10.756
Agua abs. :	165		200	318
% agua ab.:	3,50		5,28	9,02

PORCENTAJE DE COMPACTACION:

DENSIDAD MAX.:	1,633 kg/m3	HUMEDAD OPTIMA:	25,18	%
----------------	-------------	-----------------	-------	---

ESPONJAMIENTO:

MOLDE No.:	51,00		17,00		110,00	
Tiempo (días)	dial	%	dial	%	dial	%
0	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
1	32	0,68	40,0	0,85	60	1,28
2	69	1,47	88,0	1,45	71	1,52
3	70	1,50	100,0	2,14	96	2,05
4	71	1,52	148,0	3,18	160	3,42

PENETRACION:

MOLDE No.:	51,00		17,00		110,00	
penetracion (pulgadas)	dial	presion lb/plg2	dial	presion lb/plg2	dial	presion lb/plg2
0,000	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
0,025	11	7,33	7,0	4,67	4	2,67
0,050	19	12,67	17,0	11,33	9	6,00
0,075	31	20,67	30,0	20,00	15	10,00
0,100	42	28,00	40,0	26,67	21	14,00
0,200	112	74,67	92,0	61,33	43	28,67
0,300	181	120,67	132,0	88,00	60	40,00
0,400	233	155,33	143,0	95,33	73	48,67
0,500	279	186,00	150,0	100,00	89	59,33

VALORES CBR:

presion lb/plg2	valor CBR 0.1"	presion lb/plg2	valor CBR 0.2"
28,00	2,80	74,67	4,95
26,67	2,67	61,33	4,09
14,00	1,40	28,67	1,91

ANEXO H

ECUACIONES PLUVIOMÉTRICAS

Curvas y ecuaciones pluviométricas

Son las curvas que relacionan la intensidad, frecuencia y duración de las precipitaciones pluviales y están expresadas por su respectiva ecuación. La ecuación pluviométrica de una localidad se la expresa por la fórmula general:

$$i = at^n$$

en donde:

I = Intensidad de la precipitación pluvial, en milímetros por hora.

a = Constante para cada localidad.

t = Tiempo de duración de la precipitación, expresado en minutos.

n = Exponente para cada localidad.

Una ecuación pluviométrica se determina de la siguiente manera:

1. Los datos del Servicio Meteorológico Nacional que indican la cantidad de lluvia, en milímetros, recogida por el pluviómetro durante diversos períodos de duración (t), expresados en minutos, se multiplican por el factor (60/t) obteniéndose así la intensidad para cada periodo, en milímetros por hora, la cual es inversamente proporcional al tiempo de duración del aguacero.

- Los valores máximos de las intensidades de precipitación pluvial durante un lapso de 5 a 10 años, se tabulan juntamente con los diferentes tiempos de duración (t).
- La ecuación pluviométrica:

$$i = at^n$$

se la puede expresar por:

$$\text{Log } i = n \log t + \log a$$

$$I = nT + A$$

en donde:

$$\begin{aligned} I &= \log i \\ T &= \log t \\ A &= \log a \end{aligned}$$

- Para los diversos valores de (i) y de (t) indicados en el numeral 2, se anotan, en forma tabulada los valores de (I) y de (T) y luego se calcula la regresión de la función pluvial, empleando el método de los mínimos cuadrados, haciendo uso de las siguientes fórmulas:

$$n = \frac{R \sum IT - (\sum T)(\sum I)}{R \sum T^2 - (\sum T)^2}$$

$$\text{Log } a = A = \frac{\sum I}{R} - \frac{n \sum T}{R}$$

en donde:

R = Número de datos o registros de las precipitaciones pluviales.

Con la determinación de los valores de (a) y (N) se establece automáticamente la ecuación pluviométrica. A continuación se muestran los datos utilizados para determinar la ecuación pluviométrica de la zona de Milagro.

Año	Fecha	Cantidad mm	t min	i mm/h	I log i	T log T	I x T	T ²
1982	15-Dic	86	1440	3,583	0,55	3,16	1,75063993	9,98
1983	08-Jun	137,1	1440	5,713	0,76	3,16	2,39033152	9,98
1984	21-Feb	111,6	1440	4,650	0,67	3,16	2,10805837	9,98
1985	19-Mar	63,6	1440	2,650	0,42	3,16	1,33676389	9,98
1986	14-Ene	162,1	1440	6,754	0,83	3,16	2,62008837	9,98
1987	13-Feb	148,6	1440	6,192	0,79	3,16	2,50081532	9,98
1988	22-Abr	115,9	1440	4,829	0,68	3,16	2,15991629	9,98
1989	31-Ene	76,3	1440	3,179	0,50	3,16	1,58648747	9,98
1990	05-Feb	103,2	1440	4,300	0,63	3,16	2,00072301	9,98
1991	04-Feb	77,6	1440	3,233	0,51	3,16	1,60966096	9,98
1992	16-Abr	133,1	1440	5,546	0,74	3,16	2,34971688	9,98
1993	11-Feb	92,6	1440	3,858	0,59	3,16	1,85206296	9,98
1994	31-Ene	95,4	1440	3,975	0,60	3,16	1,89292392	9,98
1995	06-Ene	119,4	1440	4,975	0,70	3,16	2,20072514	9,98
1996	02-Mar	130,5	1440	5,438	0,74	3,16	2,32265747	9,98
1997	15-Mar	124	1440	5,167	0,71	3,16	2,25257711	9,98
1998	26-Feb	194,5	1440	8,104	0,91	3,16	2,87003041	9,98
1999	aprox.	129,95	1440	5,415	0,73	3,16	2,31686431	9,98
Sumatoria		2101,45	25920	87,5604167	12,0698759	56,8505249	38,1210434	179,554565

Siguiendo las indicaciones del MOP, se encuentra la ecuación pluviométrica:

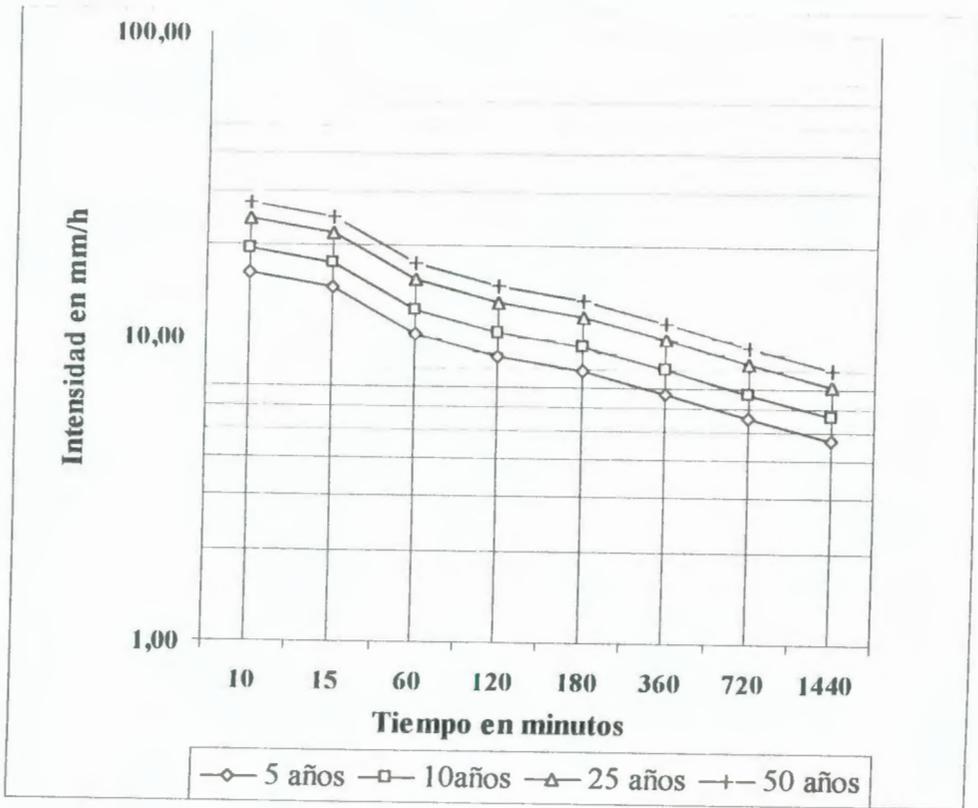
$R\Sigma IT$	686,18
$\Sigma T \Sigma I$	686,18
$R\Sigma T^2$	3231,98
$(\Sigma T)^2$	3231,98
n	-0,25
ΣI	12,07
ΣT	56,85
A	1,46
a	28,85

$$i = \frac{28.85}{t^{0.25}}$$

Haciendo uso de la ecuación pluviométrica encontrada, se construye la curva de Intensidad – Duración – Frecuencia, para períodos de 5, 10, 25 y 50 años, que se muestra a continuación.

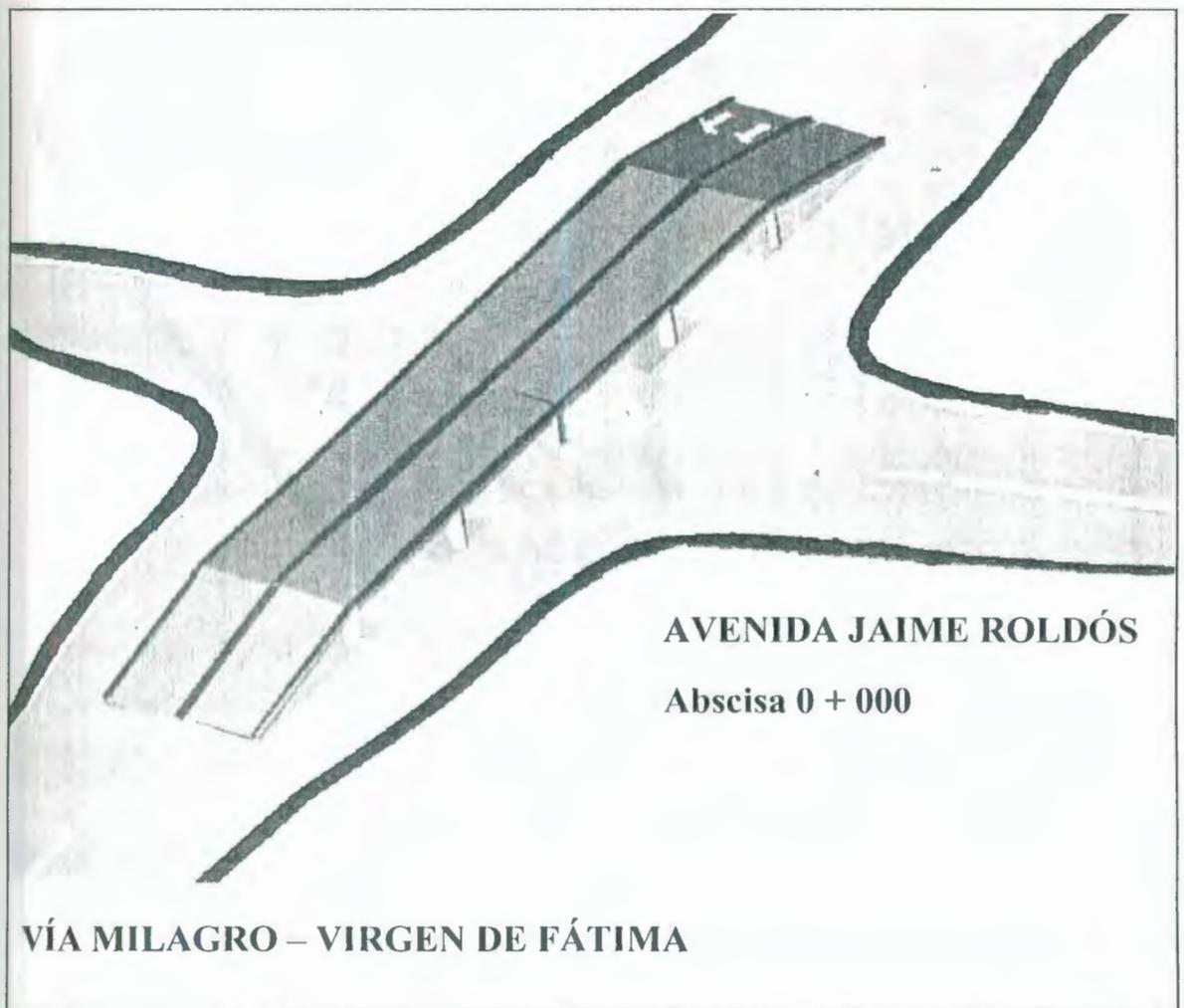
t min	i mm/h	5 años	10 años	25 años	50 años
10	16,22	16,22	19,47	24,33	27,58
15	14,66	14,66	17,59	21,99	24,92
60	10,37	10,37	12,44	15,55	17,62
120	8,72	8,72	10,46	13,07	14,82
180	7,88	7,88	9,45	11,81	13,39
360	6,62	6,62	7,95	9,93	11,26
720	5,57	5,57	6,68	8,35	9,47
1440	4,68	4,68	5,62	7,02	7,96

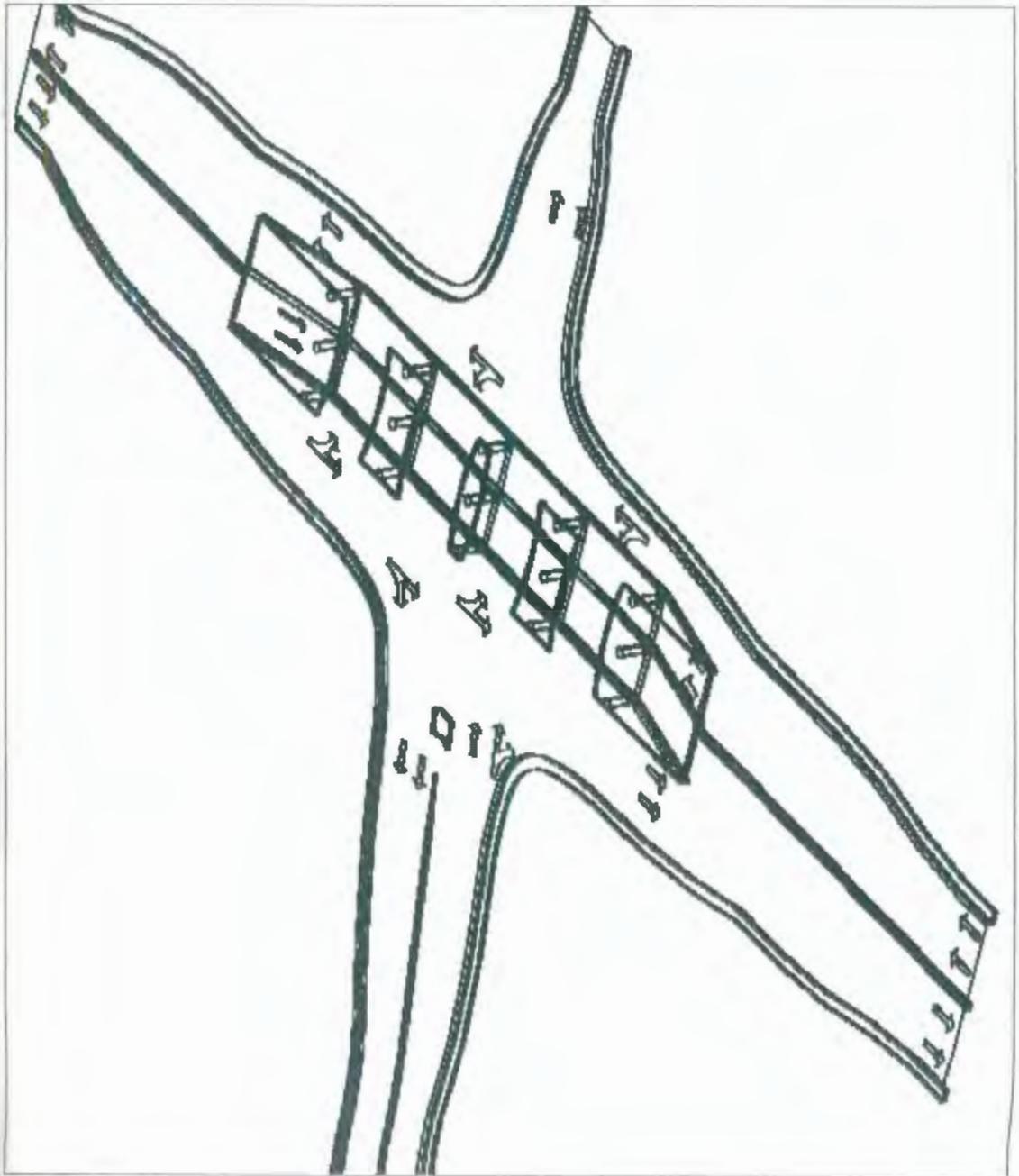
Curva de Intensidad - Duración - Frecuencia



ANEXO I

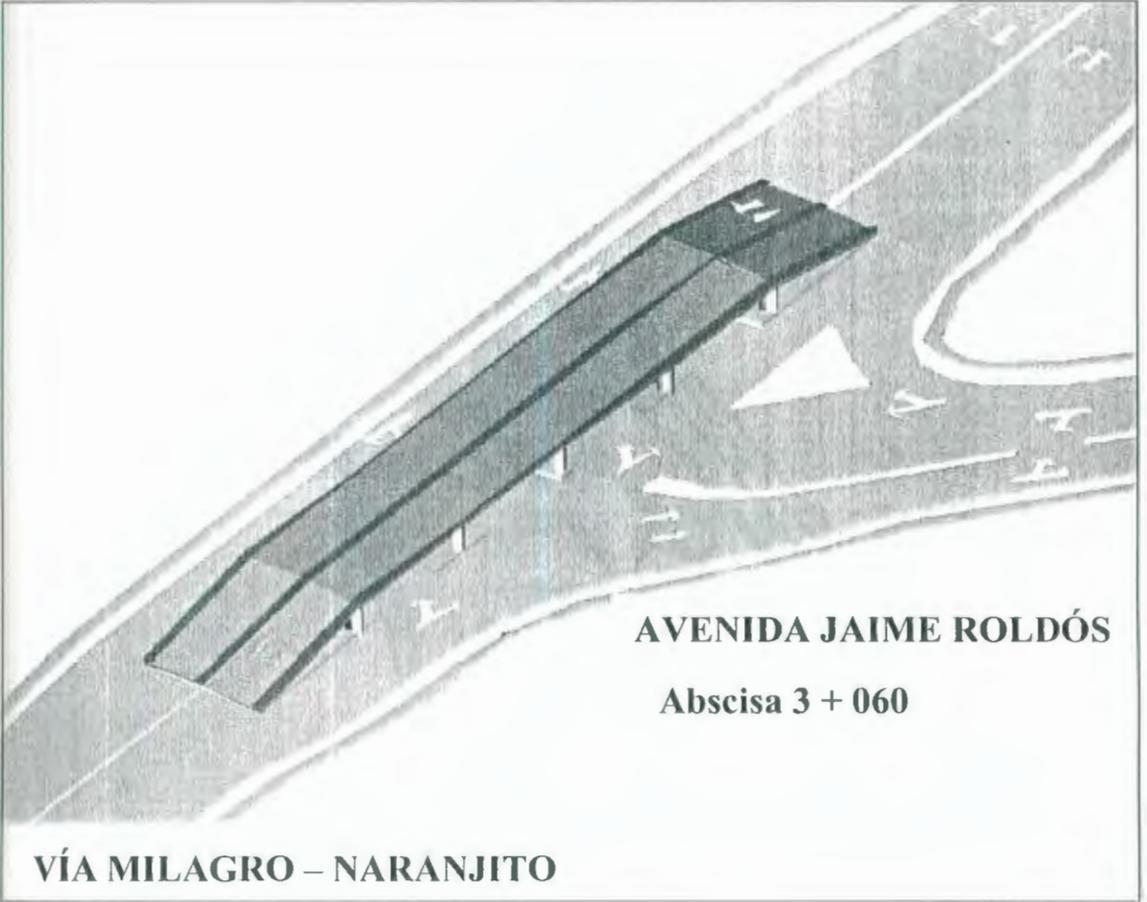
INTERSECCIONES A DESNIVEL

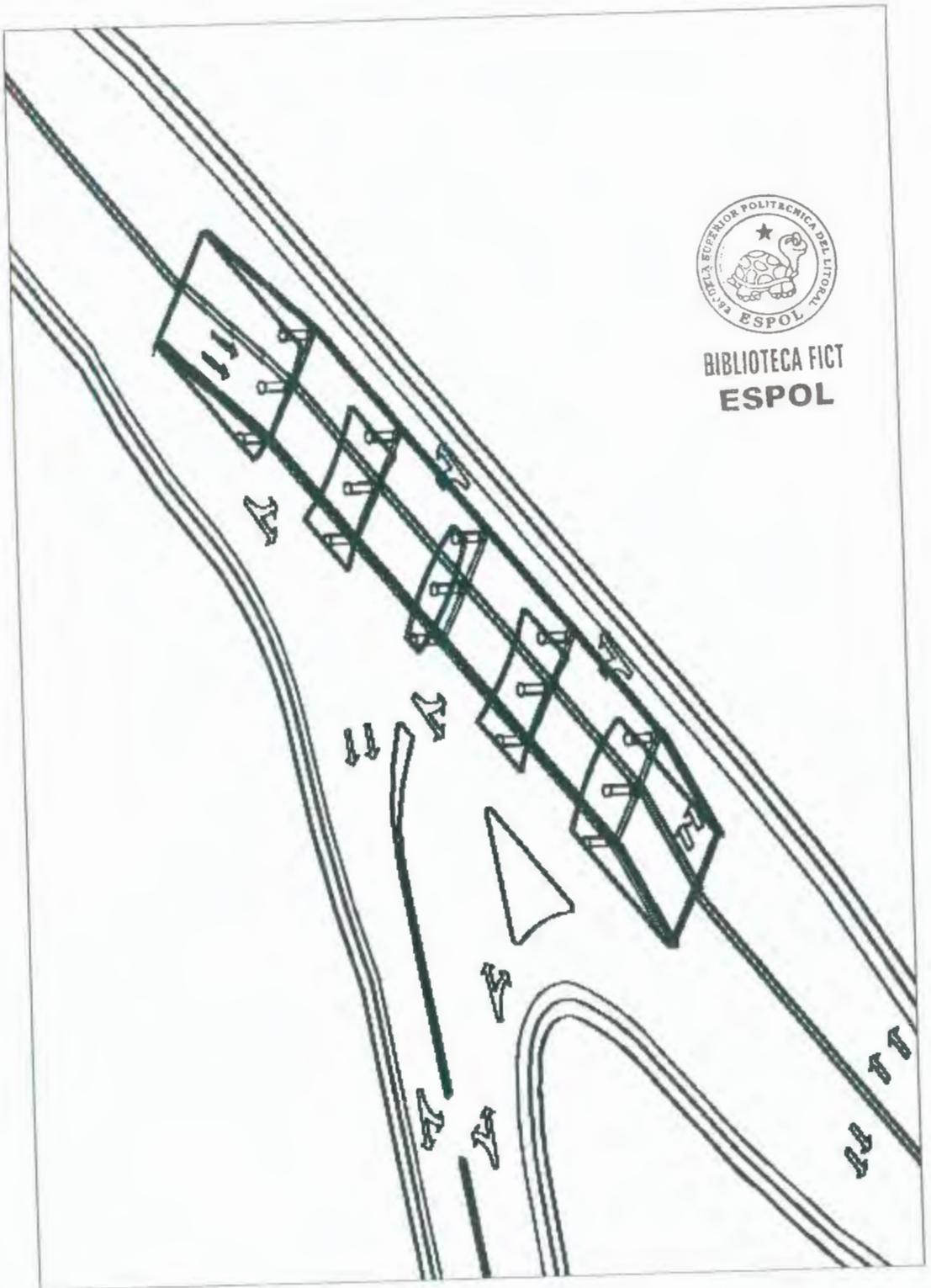




Intersección # 1: Abscisa 0 + 000

Avenida Jaime Roldós - Vía Milagro – Virgen de Fátima





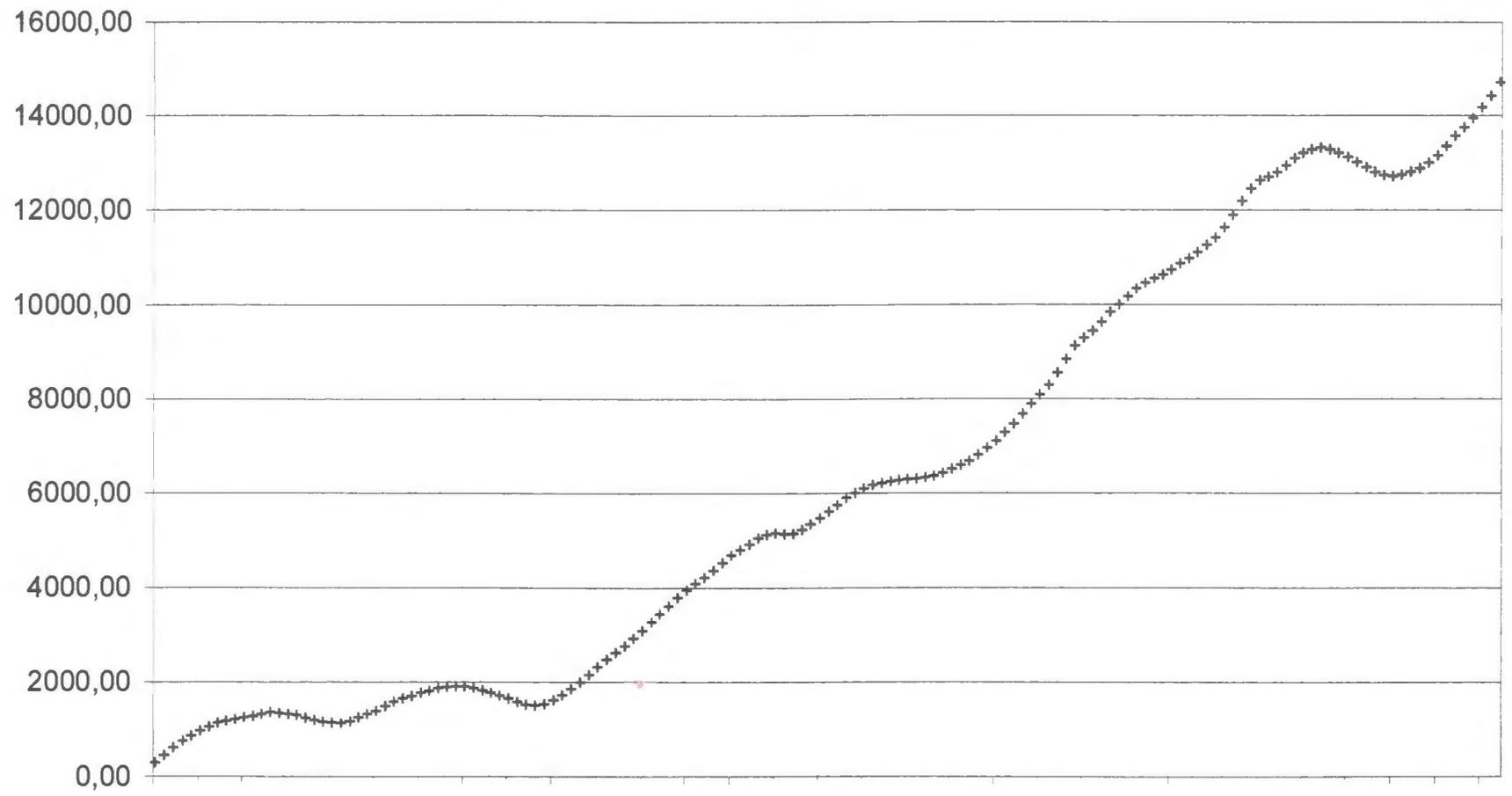
Intersección # 3: Abscisa 3 + 060

Avenida Jaime Roldós - Vía Milagro - Naranjito

ANEXO J

DIAGRAMA DE MASAS

DIAGRAMA DE MASAS



ANEXO K

VOLÚMENES DE TIERRA

Tabla de Volúmenes de Tierra

Coefficiente de Variabilidad Volumétrica 1,10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Mov. Tierra (m ³)	Vol Total (m ³)
			Área (m ²)	Vol. (m ³)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Mod. (m ³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
1	0 + 0		0		19,51				
		20		5,68		301,33	331,46	325,78	325,78
2	0 + 20		0,57		10,62				
		20		16,09		183,67	202,04	185,95	511,73
3	0 + 40		1,04		7,75				
		20		19,97		172,51	189,76	169,79	681,52
4	0 + 60		0,96		9,51				
		20		23,03		163,01	179,31	156,28	837,80
5	0 + 80		1,35		6,8				
		20		27,65		143,5	157,85	130,20	968,00
6	0 + 100		1,42		7,55				
		20		29,15		140,7	154,77	125,62	1093,62
7	0 + 120		1,5		6,52				
		20		34,15		121,67	133,84	99,69	1193,31
8	0 + 140		1,92		5,65				
		20		38,38		106,72	117,39	79,01	1272,32
9	0 + 160		1,92		5,02				
		20		47,94		92,38	101,62	53,68	1326,00
10	0 + 180		2,88		4,22				
		20		54,34		90,42	99,46	45,12	1371,12
11	0 + 200		2,56		4,82				
		20		52,09		88,6	97,46	45,37	1416,49
12	0 + 220		2,65		4,04				
		20		54,86		78,57	86,43	31,57	1448,06
13	0 + 240		2,83		3,82				
		20		44,15		91,41	100,55	56,40	1504,46
14	0 + 260		1,58		5,32				
		20		52,58		88,6	97,46	44,88	1549,34
15	0 + 280		3,68		3,54				
		20		78,12		57,93	63,72	-14,40	1534,94
16	0 + 300		4,13		2,25				
		20		76,95		58,06	63,87	-13,08	1521,86
17	0 + 320		3,56		3,55				
		20		77,93		56,84	62,52	-15,41	1506,45
18	0 + 340		4,23		2,13				
		20		89,49		39,86	43,85	-45,64	1460,81
19	0 + 360		4,72		1,85				
		20		94,55		37,94	41,73	-52,82	1407,99
20	0 + 380		4,74		1,94				

Coeficiente de Variabilidad Volumétrica 1,10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Mov. Tierra (m ³)	Vol Total (m ³)
			Área (m ²)	Vol. (m ³)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Mod. (m ³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
20	0 + 380	20	4,74		1,94				
					85,04		50,21	55,23	-29,81
21	0 + 400	20	3,76		3,08				
					77,09		60,47	66,52	-10,57
22	0 + 420	20	3,94		2,97				
					79,05		67,4	74,14	-4,91
23	0 + 440	20	3,96		3,77				
					61,53		98,96	108,86	47,33
24	0 + 460	20	2,19		6,12				
					48,54		133,86	147,25	98,71
25	0 + 480	20	2,66		7,26				
					59,33		124,81	137,29	77,96
26	0 + 500	20	3,27		5,22				
					49,87		118,86	130,75	80,88
27	0 + 520	20	1,72		6,67				
					32,29		133,35	146,69	114,40
28	0 + 540	20	1,51		6,67				
					32,52		126,8	139,48	106,96
29	0 + 560	20	1,74		6,01				
					40,16		106,54	117,19	77,03
30	0 + 580	20	2,28		4,64				
					47,15		103,74	114,11	66,96
31	0 + 600	20	2,44		5,73				
					48,09		111,57	122,73	74,64
32	0 + 620	20	2,37		5,42				
					51,39		98,34	108,17	56,78
33	0 + 640	20	2,77		4,41				
					44,07		92,41	101,65	57,58
34	0 + 660	20	1,64		4,83				
					48,84		79,68	87,65	38,81
35	0 + 680	20	3,25		3,14				
					60,65		69,53	76,48	15,83
36	0 + 700	20	2,82		3,81				
					63,88		67,44	74,18	10,30
37	0 + 720	20	3,57		2,93				
					83,12		56,06	61,67	-21,45
38	0 + 740	20	4,74		2,67				
					99,47		43,65	48,02	-51,46
39	0 + 760	20	5,2		1,69				
					95,54		37,25	40,98	-54,57
40	0 + 780		4,35		2,04				

Coeficiente de Variabilidad Volumétrica 1,10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Mov. Tierra (m ³)	Vol Total (m ³)
			Área (m ²)	Vol. (m ³)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Mod. (m ³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
40	0 + 780	20	4,35	94,58	2,04	45	49,50	-45,08	2114,32
41	0 + 800	20	5,11	104,32	2,46	42,3	46,53	-57,79	2056,53
42	0 + 820	20	5,32	116,38	1,76	39,06	42,97	-73,41	1983,11
43	0 + 840	20	6,31	105,97	2,14	50,12	55,13	-50,84	1932,27
44	0 + 860	20	4,28	89,19	2,87	65,21	71,73	-17,46	1914,81
45	0 + 880	20	4,63	63,5	3,65	97,06	106,77	43,27	1958,08
46	0 + 900	20	1,72	40,94	6,06	134,59	148,05	107,11	2065,19
47	0 + 920	20	2,38	42,51	7,4	148,29	163,12	120,61	2185,80
48	0 + 940	20	1,87	32,06	7,43	151,6	166,76	134,70	2320,50
49	0 + 960	20	1,33	22,57	7,73	169,11	186,02	163,45	2483,95
50	0 + 980	20	0,92	19,78	9,18	179,98	197,98	178,20	2662,15
51	1 + 0	20	1,05	19,01	8,82	179,42	197,36	178,35	2840,50
52	1 + 20	20	0,85	16,88	9,12	176,04	193,64	176,76	3017,26
53	1 + 40	20	0,84	22,38	8,48	164,56	181,02	158,64	3175,90
54	1 + 60	20	1,4	20,58	7,97	166,49	183,14	162,56	3338,46
55	1 + 80	20	0,66	11,04	8,68	172,14	189,35	178,31	3516,77
56	1 + 100	20	0,44	6,52	8,54	176,43	194,07	187,55	3704,33
57	1 + 120	20	0,21	5,9	9,11	184,78	203,26	197,36	3901,68
58	1 + 140	20	0,38	9,73	9,37	177,61	195,37	185,64	4087,32
59	1 + 160	20	0,59	7,39	8,39	176,11	193,72	186,33	4273,66
60	1 + 180		0,14		9,22				

Coefficiente de Variabilidad Volumétrica 1,10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Mov. Tierra (m ³)	Vol Total (m ³)
			Área (m ²)	Vol. (m ³)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Mod. (m ³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
60	1 + 180	20	0,14	11,89	9,22	186,03	204,63	192,74	4466,40
61	1 + 200	20	1,04	20,51	9,38	182,85	201,14	180,63	4647,02
62	1 + 220	20	1,01	26,35	8,9	165,28	181,81	155,46	4802,48
63	1 + 240	20	1,63	27,93	7,62	154,62	170,08	142,15	4944,63
64	1 + 260	20	1,17	18,99	7,84	166,94	183,63	164,64	5109,28
65	1 + 280	20	0,73	16,88	8,86	182,42	200,66	183,78	5293,06
66	1 + 300	20	0,95	25,47	9,39	180,83	198,91	173,44	5466,50
67	1 + 320	20	1,59	37,25	8,7	156,32	171,95	134,70	5601,20
68	1 + 340	20	2,13	29,94	6,94	145,9	160,49	130,55	5731,75
69	1 + 360	20	0,86	17,3	7,65	146,09	160,70	143,40	5875,15
70	1 + 380	20	0,87	40,21	6,96	115,35	126,89	86,68	5961,83
71	1 + 400	20	3,15	63,97	4,58	97,87	107,66	43,69	6005,52
72	1 + 420	20	3,24	96,47	5,21	77,91	85,70	-10,77	5994,75
73	1 + 440	20	6,4	84,11	2,58	89,89	98,88	14,77	6009,52
74	1 + 460	20	2,01	31,29	6,41	123,44	135,78	104,49	6114,01
75	1 + 480	20	1,12	28,31	5,94	142,56	156,82	128,51	6242,52
76	1 + 500	20	1,71	30,99	8,32	162,38	178,62	147,63	6390,14
77	1 + 520	20	1,39	25,47	7,92	158	173,80	148,33	6538,47
78	1 + 540	20	1,16	19,68	7,88	161,02	177,12	157,44	6695,92
79	1 + 560	20	0,81	17,93	8,22	164,48	180,93	163,00	6858,91
80	1 + 580		0,98		8,23				

Coeficiente de Variabilidad Volumétrica 1,10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Mov. Tierra (m ³)	Vol Total (m ³)
			Área (m ²)	Vol. (m ³)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Mod. (m ³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
80	1 + 580	20	0,98	29,86	8,23	144,28	158,71	128,85	6987,76
81	1 + 600	20	2	33,71	6,2	122,78	135,06	101,35	7089,11
82	1 + 620	20	1,37	36,89	6,08	107,06	117,77	80,88	7169,99
83	1 + 640	20	2,32	54,7	4,63	89,22	98,14	43,44	7213,43
84	1 + 660	20	3,15	54,8	4,29	86,42	95,06	40,26	7253,69
85	1 + 680	20	2,33	45,96	4,35	80,46	88,51	42,55	7296,24
86	1 + 700	20	2,27	54,34	3,7	78,92	86,81	32,47	7328,71
87	1 + 720	20	3,17	62,5	4,2	76,33	83,96	21,46	7350,17
88	1 + 740	20	3,08	56,01	3,44	72,22	79,44	23,43	7373,60
89	1 + 760	20	2,52	51,69	3,78	81,71	89,88	38,19	7411,79
90	1 + 780	20	2,65	44,25	4,39	109,27	120,20	75,95	7487,74
91	1 + 800	20	1,77	38,83	6,54	126,72	139,39	100,56	7588,30
92	1 + 820	20	2,11	45,33	6,13	125,81	138,39	93,06	7681,36
93	1 + 840	20	2,42	44,82	6,45	132,85	146,14	101,32	7782,68
94	1 + 860	20	2,06	30,16	6,83	155,89	171,48	141,32	7924,00
95	1 + 880	20	0,96	20,53	8,75	174,68	192,15	171,62	8095,62
96	1 + 900	20	1,1	22,41	8,71	174,66	192,13	169,72	8265,33
97	1 + 920	20	1,15	17,75	8,75	191,44	210,58	192,83	8458,17
98	1 + 940	20	0,63	14,37	10,39	202,63	222,89	208,52	8666,69
99	1 + 960	20	0,81	11,06	9,87	217,35	239,09	228,03	8894,71
100	1 + 980		0,3		11,86				

Coefficiente de Variabilidad Volumétrica 1,10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Mov. Tierra (m³)	Vol Total (m³)
			Área (m²)	Vol. (m³)	Área (m²)	Vol. (m³)	Mod. (m³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
100	1 + 980		0,3		11,86				
		20		13,62		220,65	242,72	229,10	9123,81
101	2 + 0		1,06		10,2				
		20		19,23		214,86	236,35	217,12	9340,92
102	2 + 20		0,86		11,28				
		20		12,59		226,23	248,85	236,26	9577,19
103	2 + 40		0,4		11,34				
		20		5,69		245,16	269,68	263,99	9841,17
104	2 + 60		0,17		13,18				
		20		1,68		307,39	338,13	336,45	10177,62
105	2 + 80		0		17,56				
		20		8,49		277,37	305,11	296,62	10474,24
106	2 + 100		0,85		10,18				
		20		18		186,89	205,58	187,58	10661,82
107	2 + 120		0,95		8,51				
		20		20,12		177,71	195,48	175,36	10837,18
108	2 + 140		1,06		9,26				
		20		14,69		209,31	230,24	215,55	11052,73
109	2 + 160		0,41		11,67				
		20		14,76		213,27	234,60	219,84	11272,57
110	2 + 180		1,07		9,65				
		20		23,68		187,33	206,06	182,38	11454,95
111	2 + 200		1,3		9,08				
		20		15,87		188,63	207,49	191,62	11646,57
112	2 + 220		0,29		9,78				
		20		17,01		180,81	198,89	181,88	11828,45
113	2 + 240		1,41		8,3				
		20		34,97		159,43	175,37	140,40	11968,86
114	2 + 260		2,08		7,64				
		20		46,89		136,49	150,14	103,25	12072,11
115	2 + 280		2,61		6				
		20		46,57		123,42	135,76	89,19	12161,30
116	2 + 300		2,05		6,34				
		20		33,2		142,55	156,81	123,61	12284,90
117	2 + 320		1,27		7,92				
		20		29,32		151,55	166,71	137,39	12422,29
118	2 + 340		1,66		7,24				
		20		31,54		150,87	165,96	134,42	12556,71
119	2 + 360		1,49		7,85				
		20		27,1		161,62	177,78	150,68	12707,39
120	2 + 380		1,22		8,31				

Coeficiente de Variabilidad Volumétrica 1,10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Mov. Tierra (m ³)	Vol Total (m ³)
			Área (m ²)	Vol. (m ³)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Mod. (m ³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
120	2 + 380		1,22		8,31				
		20		22,63		168	184,80	162,17	12869,56
121	2 + 400		1,04		8,49				
		20		20,36		180,64	198,70	178,34	13047,90
122	2 + 420		0,99		9,58				
		20		13,65		230,75	253,83	240,18	13288,08
123	2 + 440		0,37		13,5				
		20		7,27		275,93	303,52	296,25	13584,33
124	2 + 460		0,36		14,09				
		20		7,69		290,05	319,06	311,37	13895,69
125	2 + 480		0,41		14,91				
		20		9,46		279,68	307,65	298,19	14193,88
126	2 + 500		0,53		13,06				
		20		30,39		202,98	223,28	192,89	14386,77
127	2 + 520		2,51		7,24				
		20		50,61		135,31	148,84	98,23	14485,00
128	2 + 540		2,55		6,29				
		20		45,19		143,69	158,06	112,87	14597,87
129	2 + 560		1,96		8,08				
		20		33,88		168,1	184,91	151,03	14748,90
130	2 + 580		1,42		8,73				
		20		28,7		173,14	190,45	161,75	14910,65
131	2 + 600		1,45		8,58				
		20		35,09		158,13	173,94	138,85	15049,51
132	2 + 620		2,06		7,23				
		20		46,75		123,91	136,30	89,55	15139,06
133	2 + 640		2,61		5,16				
		20		56,15		94,16	103,58	47,43	15186,48
134	2 + 660		3		4,26				
		20		86,27		49,42	54,36	-31,91	15154,58
135	2 + 680		5,62		0,69				
		20		100,19		18,9	20,79	-79,40	15075,18
136	2 + 700		4,4		1,2				
		20		96,02		14,76	16,24	-79,78	14995,39
137	2 + 720		5,21		0,27				
		20		110,24		4	4,40	-105,84	14889,55
138	2 + 740		5,82		0,13				
		20		113,05		2,25	2,48	-110,58	14778,98
139	2 + 760		5,49		0,1				
		20		107,33		3,19	3,51	-103,82	14675,16
140	2 + 780		5,25		0,22				

Coeficiente de Variabilidad Volumétrica 1,10

Sec. No.	Est. (m)	Dist. sección (m)	Relleno		Corte			Mov. Tierra (m ³)	Vol Total (m ³)
			Área (m ²)	Vol. (m ³)	Área (m ²)	Vol. (m ³)	Mod. (m ³)		
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨=⑧-⑤	⑩
140	2 + 780	20	5,25	88,7	0,22	19,47	21,42	-67,28	14607,87
141	2 + 800	20	3,62	66,43	1,73	54,53	59,98	-6,45	14601,43
142	2 + 820	20	3,02	56,74	3,73	85,5	94,05	37,31	14638,74
143	2 + 840	20	2,66	48,87	4,82	107,24	117,96	69,09	14707,83
144	2 + 860	20	2,23	42,16	5,9	125,69	138,26	96,10	14803,93
145	2 + 880	20	1,99	32,97	6,67	144,93	159,42	126,45	14930,38
146	2 + 900	20	1,31	20,32	7,83	175,15	192,67	172,35	15102,73
147	2 + 920	20	0,72	9,69	9,69	210,88	231,97	222,28	15325,01
148	2 + 940	20	0,25	9,19	11,4	216,6	238,26	229,07	15554,08
149	2 + 960	20	0,67	15,27	10,26	199,25	219,18	203,91	15757,98
150	2 + 980	20	0,86	15,96	9,66	209,15	230,07	214,11	15972,09
151	3 + 0	20	0,74	9,94	11,25	239,84	263,82	253,88	16225,97
152	3 + 20	20	0,25	5,91	12,73	247,89	272,68	266,77	16492,74
153	3 + 40	20	0,34	3,36	12,06	301,77	331,95	328,59	16821,33
154	3 + 60	20	0		18,12				
Σ			6.298,31 m ³		Σ			23.119,64 m ³	

ANEXO L

COSTOS

COSTOS DE MANO DE OBRA

Descripción	Jornal Real \$	Factor Salario Real	Jornal por hora \$/h
Albañil	10,69	2,22	1,34
Ayudante de Maquinaria	10,68	2,22	1,34
Cadenero	10,69	2,22	1,34
Carpintero	10,69	2,22	1,34
Chofer licencia tipo B	10,77	2,22	1,35
Ecologista	40,00	1,00	5,00
Fierrero	10,69	2,22	1,34
Maestro	10,88	2,22	1,36
Maestro soldador	10,88	2,21	1,36
Operador de Cargadora	11,69	2,20	1,46
Operador de Escoba	11,30	2,21	1,41
Operador de Excavadora	11,69	2,20	1,46
Operador de Finisher	11,30	2,21	1,41
Operador de Motoniveladora	11,69	2,20	1,46
Operador de Pavimentadora HCP	11,69	2,20	1,46
Operador de Retro Excavadora	11,69	2,20	1,46
Operador de Rodillo	11,30	2,21	1,41
Operador de Rodillo Liso	11,30	2,21	1,41
Operador de Rodillo Vibratorio	11,30	2,21	1,41
Operador de Tractor	11,69	2,20	1,46
Peón	10,44	2,23	1,31
Perfilero	11,70	2,22	1,46
Sociólogo	40,00	1,00	5,00
Topógrafo	11,03	2,21	1,38
Tubero	10,69	2,22	1,34

Nota: Valores obtenidos de la Contraloría General del Estado

COSTOS DE LOS MATERIALES*Valores obtenidos de la Cámara de la Construcción de Guayaquil*

Nombre	Unidad	Precio \$
Acero corrugado $f_y = 4200$, $f = 8\text{mm}$, 6m	Kg	0,77
Acero en barra	Kg	0,77
Acero redondo $f_y = 4200$, 1/2" x 6ml liso x 0,80mm	unidad	4,00
Adoquín vehicular ad-7e15	u	0,40
Agregados para el hormigón	m^3	18,00
Agua	Galón	0,07
Agua II	Litro	0,02
Alambre # 18	Kg	0,63
Arena	m^3	10,00
Asfalto RC-2	Litro	0,35
Base de Hormigón Asfáltico	m^3	62,00
Cascajo mediano/fino	m^3	5,60
Cemento	Kg	0,11
Clavos 2 1/2"	Kg	0,73
Correas G 100x20x15x2 mm, 3.4 Kg/m, 6m	Kg	0,90
Cuartón 2X3 semiduro	unidad	1,40
Diesel II	Litro	1,00
Diluyente	Galón	10,00
Encofrado de madera	gobal	10,00
Encofrado metálico	gobal	0,50
Hormigón Asfáltico	m^3	80,00
Hormigón de cemento portland tipo P, para pavimento	m^3	100,00
Malla electrosoldada R-131	m^2	1,26
Material para base granular clase I	m^3	4,88
Material para relleno de juntas	Litro	8,00
Material para sub-base granular clase I	m^3	4,00
Neopreno	unidad	0,50
Neopreno II	unidad	0,50
Perno galvanizado 5/8" x 1 1/2"	Kg	1,00
Piedra 3/4	m^3	11,00
Pintura de tránsito	Galón	35,00
Plancha 1.22x2.44x3mm, 70.10 Kg/m ²	Kg	0,45
Ripio	m^3	10,00
Soldadura	Kg	1,50
Suelo Seleccionado	m^3	3,00
Tabla Semidura	unidad	1,85
Tanque de agua 55 galones	u	6,00
Tiras semiduras	unidad	0,90
Tubería hormigón armado 30"	ml	121,18
Tubería hormigón simple 10"	ml	13,50
Varios	global	30,00

COSTOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Descripción	Costo Hora S/h	Jornada h	Costo Diario S/d
Camión distribuidor (asfalto)	35,00	8	280,00
Camión Imprimador	35,00	8	280,00
Cargadora 130HP	30,00	8	240,00
Compactador mediano manual	2,25	8	18,00
Compresor	15,00	8	120,00
Concreteira 1 saco	3,50	8	28,00
Cortador de hierro estructural	3,00	8	24,00
Cortadora de hormigón	2,00	8	16,00
Cortadora y dobladora de hierro	0,70	8	5,60
Dobladora de hierro	0,15	8	1,20
Equipo Topográfico	5,00	8	40,00
Escoba mecánica autopropulsada 80 HP	14,00	8	112,00
Excavadora 128 HP, 1 m ³	38,00	8	304,00
Finisher	45,00	8	360,00
Franjadora	15,00	8	120,00
Motoniveladora 135 HP	45,00	8	360,00
Movilización	2,00	8	16,00
Pavimentadora vibro-compactadora de alto desempeño, HCP	90,00	8	720,00
Retro Excavadora de oruga	50,00	8	400,00
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	20,00	8	160,00
Rodillo neumático para asfalto, 150 HP, 10.2 Ton	33,00	8	264,00
Soldadora	3,25	8	26,00
Soplete	5,00	8	40,00
Tanquero	15,00	8	120,00
Tractor D6	50,00	8	400,00
Vibrador de manguera	2,00	8	16,00
Volqueta 10 m ³	18,00	8	144,00

Nota: Valores obtenidos de la Cámara de la Construcción de Guayaquil



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

ANEXO M

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 300-E
 Descripción: Replanteo
 Unidad: metro lineal (m)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 1 de 28
 Rendimiento: 125

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Topógrafo	1	1,38	2,21	3,05	0,02	7,61%
Cadenero	4	1,34	2,22	11,90	0,10	29,71%
Peón	2	1,31	2,23	5,84	0,05	14,59%
Sub-Total A					0,17	51,91%

B. Equipo y Maquinaria					
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%	
Equipo Topográfico	1	5	0,04	12,48%	
Sub-Total B			0,04	12,48%	

C. Material					
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	%
Varios	Global	1	0,05	0,05	15,60%
Sub-Total C				0,05	15,60%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
					0,00	0,00%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D	0,26		80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)	0,06		20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F	0,32		100,00%

Costo Unitario del Rubro	Replanteo	\$	0,32
Se asume		\$	0,30 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 302-1
 Descripción: Desbroce y limpieza
 Unidad: hectárea (Ha)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 2 de 28
 Rendimiento: 0,3

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Operador de Tractor	1	1,46	2,2	3,21	10,71	4,58%
Peón	1	1,31	2,23	2,92	9,74	4,16%
Sub-Total A					20,44	8,74%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Tractor D6	1	50	166,67	71,26%
Sub-Total B			166,67	71,26%

C. Material						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	%	
Sub-Total C					0,00	0,00%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		187,11	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		46,78	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		233,89	100,00%

Costo Unitario del Rubro	Desbroce y limpieza	\$ 233,89
Se asume		\$ 233,90 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 303-2(1)E
 Descripción: Excavación sin clasificación y desalojo
 Unidad: metro cúbico (m3)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 3 de 28
 Rendimiento: 80

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Operador de Retro Excavadora	1	1,46	2,2	3,21	0,04	0,95%
Ayudante de Maquinaria	1	1,34	2,22	2,97	0,04	0,88%
Peón	1	1,31	2,23	2,92	0,04	0,87%
Sub-Total A					0,11	2,70%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Retro Excavadora de oruga	1	50	0,63	14,82%
Sub-Total B			0,63	14,82%

C. Material						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	%	
Sub-Total C					0,00	0,00%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Desalojo de excavación	m3-km	10	1,25	0,21	2,64	62,48%
Sub-Total D					2,64	62,48%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D	3,37		80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)	0,84		20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F	4,22		100,00%
Costo Unitario del Rubro <i>Excavación sin clasificación y desalojo</i>		\$	4,22	
Se asume		\$	4,20	✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 308-2
 Descripción: Acabado de obra básica
 Unidad: metro cuadrado (m2)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 4 de 28
 Rendimiento: 300

A. Mano de Obra

Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Operador de Motoniveladora	1	1,46	2,2	3,21	0,01	0,84%
Ayudante de Maquinaria	2	1,34	2,22	5,95	0,02	1,56%
Chofer licencia tipo B	2	1,35	2,22	5,99	0,02	1,57%
Sub-Total A					0,05	3,97%

B. Equipo y Maquinaria

Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Motoniveladora 135 HP	1	45	0,15	11,80%
Tanquero	1	15	0,05	3,93%
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	1	20	0,07	5,24%
Sub-Total B			0,27	20,97%

C. Material

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	%
Agua	Galón	10	0,07	0,70	55,05%
Sub-Total C				0,70	55,05%

D. Transporte

Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%	
Sub-Total D						0,00	0,00%

Resumen

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D	1,02		80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)	0,25		20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F	1,27		100,00%

Costo Unitario del Rubro	Acabado de obra básica	\$	1,27
Se asume		\$	1,30 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós

Fecha: 01/12/2004

Rubro: 402-2(1)

Página: 5 de 28

Descripción: Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado

Unidad: metro cúbico (m3)

Rendimiento: 300

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.II.	Costo	%
Operador de Motoniveladora	1	1,46	2,2	3,21	0,01	0,18%
Ayudante de Maquinaria	2	1,34	2,22	5,95	0,02	0,33%
Chofer licencia tipo B	2	1,35	2,22	5,99	0,02	0,34%
Sub-Total A					0,05	0,85%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Motoniveladora 135 HP	1	45	0,15	2,52%
Tanquero	1	15	0,05	0,84%
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	1	20	0,07	1,12%
Sub-Total B			0,27	4,48%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Suelo seleccionado	m3	1,25	3	3,75	62,93%
Agua	Galón	10	0,07	0,70	11,75%
Sub-Total C				4,45	74,68%

D. Transporte							
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%	
Sub-Total D						0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		4,77	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		1,19	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		5,96	100,00%
Costo Unitario del Rubro		Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado		\$ 5,96
Se asume				\$ 6,00 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 309-4(2)
 Descripción: *Transporte de material*
 Unidad: *metro cúbico - kilómetro (m³ - km)*

Fecha: 01/12/2004
 Página: 6 de 28
 Rendimiento: 210

A. Mano de Obra

Descripción	Nº	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Chofer licencia tipo B	1	1,35	2,22	3,00	0,01	5,41%
Peón	1	10,44	2,23	23,28	0,11	42,06%
Sub-Total A					0,13	47,48%

B. Equipo y Maquinaria

Descripción	Nº	C. Horario	Costo	%
Volqueta 10 m ³	1	18	0,09	32,52%
Sub-Total B			0,09	32,52%

C. Material

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total C				0,00	0,00%

D. Transporte

Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

Nº	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		0,21	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		0,05	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		0,26	100,00%
Costo Unitario del Rubro <i>Transporte de material</i>			\$ 0,26	
Se asume			\$ 0,30 ✓	

Obra: Avenida Jaime Roldós

Fecha: 01/12/2004

Rubro: 404-5E

Página: 7 de 28

Descripción: Base asfáltica e = 0,22 m (incluye imprimación y transporte 35 km)

Unidad: metro cúbico (m3)

Rendimiento: 30

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.II.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Chofer licencia tipo B	4	1,35	2,22	11,99	0,40	0,38%
Operador de Escoba	1	1,41	2,21	3,12	0,10	0,10%
Operador de Finisher	1	1,41	2,21	3,12	0,10	0,10%
Operador de Rodillo Liso	1	1,41	2,21	3,12	0,10	0,10%
Operador de Rodillo Vibratorio	1	1,41	2,21	3,12	0,10	0,10%
Ayudante de Maquinaria	4	1,34	2,22	11,90	0,40	0,37%
Peón	12	1,31	2,23	35,06	1,17	1,10%
Sub-Total A					2,38	2,25%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Camión distribuidor (asfalto)	1	35	1,17	1,10%
Escoba mecánica autopropulsada 80 HP	1	14	0,47	0,44%
Finisher	1	45	1,50	1,42%
Rodillo neumático para asfalto, 150 HP, 10.2 Ton	1	33	1,10	1,04%
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	1	20	0,67	0,63%
Sub-Total B			4,90	4,62%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Base de Hormigón Asfáltico	m3	1,25	62	77,50	73,13%
Sub-Total C				77,50	73,13%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		84,78	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		21,20	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		105,98	100,00%

Costo Unitario del Rubro	Base asfáltica e = 0,22 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	\$ 105,98
Se asume		\$ 106,00 ✓



Obra: Avenida Jaime Roldós

Fecha: 01/12/2004

Rubro: 405-5(1)E

Página: 8 de 28

Descripción: Carpeta Asfáltica e = 0,10 m(incluye imprimación y transporte 35 km)

Unidad: metro cúbico (m3)

Rendimiento: 30

A. Mano de Obra							
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%	
Chofer licencia tipo B	1	1,35	2,22	3,00	0,10	0,08%	
Operador de Escoba	1	1,41	2,21	3,12	0,10	0,08%	
Operador de Finisher	1	1,41	2,21	3,12	0,10	0,08%	
Operador de Rodillo Liso	1	1,41	2,21	3,12	0,10	0,08%	
Operador de Rodillo Vibratorio	1	1,41	2,21	3,12	0,10	0,08%	
Ayudante de Maquinaria	4	1,34	2,22	11,90	0,40	0,31%	
Peón	12	1,31	2,23	35,06	1,17	0,91%	
Sub-Total A					2,08	1,62%	

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Camión distribuidor (asfalto)	1	35	1,17	0,91%
Escoba mecánica autopropulsada 80 HP	1	14	0,47	0,36%
Finisher	1	45	1,50	1,17%
Rodillo neumático para asfalto, 150 HP, 10.2 Ton	1	33	1,10	0,85%
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	1	20	0,67	0,52%
Sub-Total B			4,90	3,81%

FALSO

C. Material						
Descripción	Unidad	Consumo	P.Unitario	Costo	%	
Hormigón Asfáltico	m3	1,2	80	96,00	74,58%	
Sub-Total C				96,00	74,58%	

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
					0,00	0,00%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		102,98	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		25,75	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		128,73	100,00%
Costo Unitario del Rubro <i>Carpeta Asfáltica e = 0,10 m(incluye imprimación y transporte 35 km)</i>			\$ 128,73	
Se asume			\$ 128,70 ✓	

Obra: Avenida Jaime Roldós

Fecha: 01/12/2004

Rubro: 503(1)

Página: 9 de 28

Descripción: Hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado)

Unidad: metro cúbico (m3)

Rendimiento: 1,5

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Albañil	1	1,34	2,22	2,97	1,98	1,47%
Carpintero	1	1,34	2,22	2,97	1,98	1,47%
Peón	14	1,31	2,23	40,90	27,27	20,16%
Sub-Total A					31,23	23,09%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Concretera 1 saco	1	3,5	2,33	1,73%
Vibrador de manguera	1	2	1,33	0,99%
Sub-Total B			3,67	2,71%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Cemento	Kg	350	0,11	38,50	28,47%
Arena	m3	0,4	10	4,00	2,96%
Agua II	Litro	140	0,02	2,80	2,07%
Agregados para el hormigón	m3	1	18	18,00	13,31%
Encofrado de madera	gobal	1	10	10,00	7,39%
Sub-Total C				73,30	54,20%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		108,20	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		27,05	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		135,25	100,00%

Costo Unitario del Rubro	<i>Hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado)</i>	\$ 135,25
Se asume		\$ 135,20 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós

Fecha: 01/12/2004

Rubro: 705-(1)E

Página: 10 de 28

Descripción: Señalización horizontal (franjas de 0,10 m de ancho)

Unidad: metro lineal (m)

Rendimiento: 750

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Peón	3	1,31	2,23	8,76	0,01	5,48%
Chofer licencia tipo B	1	1,35	2,22	3,00	0,00	1,87%
Sub-Total A					0,02	7,35%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Franjadora	1	15	0,02	9,37%
Sub-Total B			0,02	9,37%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Pintura de tránsito	Galón	0,003	35	0,11	49,21%
Diluyente	Galón	0,003	10	0,03	14,06%
Sub-Total C				0,14	63,28%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		0,17	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		0,04	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		0,21	100,00%

Costo Unitario del Rubro	Señalización horizontal (franjas de 0,10 m de ancho)	\$	0,21
Se asume		\$	0,20 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 504(1)
 Descripción: Acero de refuerzo fy = 4200
 Unidad: kilogramos (kg)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 11 de 28
 Rendimiento: 45

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Peón	1	1,31	2,23	2,92	0,06	4,92%
Fierrero	1	1,34	2,22	2,97	0,07	5,01%
Sub-Total A					0,13	9,93%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Cortadora y dobladora de hierro	1	0,7	0,02	1,18%
Sub-Total B			0,02	1,18%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Acero en barra	Kg	1,1	0,77	0,85	64,16%
Alambre # 18	Kg	0,1	0,625	0,06	4,73%
Sub-Total C				0,91	68,90%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		1,06	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		0,26	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		1,32	100,00%
Costo Unitario del Rubro Acero de refuerzo fy = 4200			\$ 1,32	
Se asume			\$ 1,30 ✓	

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 505(1)E
 Descripción: Acero estructural fy = 4200
 Unidad: kilogramos (kg)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 12 de 28
 Rendimiento: 70

A. Mano de Obra							
Descripción	Nº	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%	
Peón	2	1,31	2,23	5,84	0,08	2,30%	
Maestro soldador	1	1,36	2,21	3,01	0,04	1,18%	
Perfilero	1	1,46	2,22	3,24	0,05	1,28%	
Fierrero	1	1,34	2,22	2,97	0,04	1,17%	
Sub-Total A					0,22	5,93%	

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	Nº.	C. Horario	Costo	%
Cortador de hierro estructural	1	3	0,04	1,18%
Soldadora	1	3,25	0,05	1,28%
Sub-Total B			0,09	2,46%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Correas G 100x20x15x2 mm, 3.4 Kg/m, 6m	Kg	1	0,9	0,90	24,79%
Plancha 1.22x2.44x3mm, 70.10 Kg/m2	Kg	1	0,45	0,45	12,39%
Perno galvanizado 5/8" x 1 1/2"	Kg	0,5	1	0,50	13,77%
Soldadura	Kg	0,5	1,5	0,75	20,66%
Sub-Total C				2,60	71,61%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

Nº	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D	2,90		80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)	0,73		20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F	3,63		100,00%
Costo Unitario del Rubro Acero estructural fy = 4200		\$	3,63	
Se asume		\$	3,60 ✓	

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 609-E1
 Descripción: Bordinillo cuneta tipo B2
 Unidad: metro lineal (m)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 13 de 28
 Rendimiento: 12

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Albañil	1	1,34	2,22	2,97	0,25	1,06%
Peón	4	1,31	2,23	11,69	0,97	4,15%
Sub-Total A					1,22	5,21%

B. Equipo y Maquinaria						
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%		
Sub-Total B					0,00	0,00%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Hormigón fc= 210 kg/cm2 (incluye encofrado)	m3	0,162	108,20	17,53	74,79%
Sub-Total C				17,53	74,79%

D. Transporte							
Descripción	Unidad	Distancia	Consumo	Precio/Unidad	Costo	%	
Sub-Total D						0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		18,75	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		4,69	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		23,44	100,00%

Observación			
Hormigón trabajado, tomado del rubro Hormigón fc= 210 kg/cm2 (incluye encofrado)			
Costo Unitario del Rubro	Bordinillo cuneta tipo B2	\$	23,44
Se asume		\$	23,40 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 609-E2
 Descripción: *Bordillo parterre*
 Unidad: *metro lineal (m)*

Fecha: 01/12/2004
 Página: 14 de 28
 Rendimiento: 21

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Albañil	1	1,34	2,22	2,97	0,14	1,46%
Peón	1	1,31	2,23	2,92	0,14	1,44%
Sub-Total A					0,28	2,90%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Sub-Total B				
0,00 0,00%				

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Hormigón f _c = 210 kg/cm ² (incluye encofrado)	m ³	0,069	108,20	7,47	77,10%
Sub-Total C				7,47	77,10%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D						
0,00 0,00%						

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		7,75	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		1,94	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		9,68	100,00%

Observación			
Hormigón trabajado, tomado del rubro Hormigón f _c = 210 kg/cm ² (incluye encofrado)			
Costo Unitario del Rubro	<i>Bordillo parterre</i>	\$	9,68
Se asume		\$	9,70 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 609-E3
 Descripción: *Sumidero (incluye rejilla)*
 Unidad: *unidad*

Fecha: 01/12/2004
 Página: 15 de 28
 Rendimiento: 0,25

A. Mano de Obra							
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%	
Albañil	1	1,34	2,22	2,97	11,90	12,89%	
Peón	2	1,31	2,23	5,84	23,37	25,31%	
Sub-Total A					35,27	38,20%	

B. Equipo y Maquinaria						
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%		
Sub-Total B					0,00	0,00%

C. Material						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Costo	%	
Hormigón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (incluye encofrado)	m3	0,22	108,20	23,80	25,78%	
Acero de refuerzo $f_y = 4200$	kg	14	1,06	14,79	16,01%	
Sub-Total C					38,59	41,80%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		73,86	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		18,46	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		92,32	100,00%
Costo Unitario del Rubro <i>Sumidero (incluye rejilla)</i>				\$ 92,32
Se asume				\$ 92,30 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 601-(1A)
 Descripción: Tubería 10" (incluye transporte)
 Unidad: metro lineal (m)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 16 de 28
 Rendimiento: 12

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Operador de Excavadora	1	1,46	2,2	3,21	0,27	0,70%
Tubero	1	1,34	2,22	2,97	0,25	0,65%
Peón	4	1,31	2,23	11,69	0,97	2,56%
Topógrafo	1	1,38	2,21	3,05	0,25	0,67%
Cadenero	1	1,34	2,22	2,97	0,25	0,65%
Sub-Total A					1,99	5,23%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Excavadora 128 HP, 1 m ³	1	38	3,17	8,31%
Equipo Topográfico	1	5	0,42	1,09%
Sub-Total B			3,58	9,41%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Tubería hormigón simple 10"	ml	1	13,5	13,50	35,43%
Neopreno	unidad	1	0	0,00	0,00%
Arena	m3	0,64	10	6,40	16,80%
Material mejoramiento	m3	0,3125	4	1,25	3,28%
Sub-Total C				21,15	55,51%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Transporte de tubería	ml - km	40	1	0,0125	0,50	1,31%
Transporte de material	m3-km	35	0,3125	0,21	2,31	6,05%
Desalojo de material	m3-km	10	0,45	0,21	0,95	2,49%
Sub-Total D					3,75	9,86%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		30,48	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		7,62	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		38,10	100,00%

Costo Unitario del Rubro	Tubería 10" (incluye transporte)	\$ 38,10
Se asume		\$ 38,10 ✓



BIBLIOTECA FICT
 ESPOL

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 601-(1B)
 Descripción: Tubería 30" (incluye transporte)
 Unidad: metro lineal (m)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 17 de 28
 Rendimiento: 3

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Operador de Excavadora	1	1,46	2,2	3,21	1,07	0,52%
Tubero	1	1,34	2,22	2,97	0,99	0,48%
Peón	4	1,31	2,23	11,69	3,90	1,88%
Topógrafo	1	1,38	2,21	3,05	1,02	0,49%
Cadenero	1	1,34	2,22	2,97	0,99	0,48%
Sub-Total A					7,97	3,85%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Excavadora 128 HP, 1 m ³	1	38	12,67	6,13%
Equipo Topográfico	1	5	1,67	0,81%
Sub-Total B			14,33	6,94%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Tubería hormigón armado 30"	ml	1	121,18	121,18	58,64%
Neopreno II	unidad	1	0	0,00	0,00%
Arena	m3	0,14	10	1,40	0,68%
Material mejoramiento	m3	0,78	4	3,12	1,51%
Sub-Total C				125,70	60,83%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Transporte de tubería	ml - km	40	1	0,21	8,40	4,06%
Transporte de material	m3-km	35	0,78	0,21	5,76	2,79%
Desalojo de material	m3-km	10	1,5	0,21	3,16	1,53%
Sub-Total D					17,32	8,38%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		165,32	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		41,33	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		206,65	100,00%
Costo Unitario del Rubro Tubería 30" (incluye transporte)			\$ 206,65	
Se asume			\$ 206,60	✓

Obra: Avenida Jaime Roldós

Fecha: 01/12/2004

Rubro: 307-2(1)

Página: 18 de 28

Descripción: Excavación y relleno manual para estructuras menores

Unidad: metro cúbico (m3)

Rendimiento: 3

A. Mano de Obra						
Descripción	Nº	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Peón	2	1,31	2,23	5,84	1,95	80,00%
Sub-Total A					1,95	80,00%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	Nº	C. Horario	Costo	%
			0,00	0,00%
Sub-Total B			0,00	0,00%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
				0,00	0,00%
Sub-Total C				0,00	0,00%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
					0,00	0,00%
Sub-Total D					0,00	0,00%

Nº	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		1,95	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		0,49	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		2,43	100,00%

Costo Unitario del Rubro	<i>Excavación y relleno manual para estructuras menores</i>	\$	2,43
Se asume		\$	2,40 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós

Fecha: 01/12/2004

Rubro: 200E

Página: 19 de 28

Descripción: *Mitigación Ambiental*Unidad: *mensual*

Rendimiento: 1

A. Mano de Obra						
Descripción	Nº	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo / mes	%
Sociólogo	1				400,00	32,26%
Ecologista	1				400,00	32,26%
Peón	1				160,00	12,90%
Sub-Total A					960,00	77,42%

B. Equipo y Maquinaria					
Descripción	Nº.	C. Horario	Costo	%	
Movilización	1	2	2,00	0,16%	
Sub-Total B			2,00	0,16%	

C. Material						
Descripción	Unidad	Consumo	P.Unitario	Costo	%	
Varios	global	1	30	30,00	2,42%	
Sub-Total C				30,00	2,42%	

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Distancia	Consumo	Precio/Unida	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

Nº	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		992,00	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		248,00	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		1.240,00	100,00%
Costo Unitario del Rubro <i>Mitigación Ambiental</i>			\$ 1.240,00	
Se asume			\$ 1.240,00	✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 403-1
 Descripción: Sub-base Granular clase 1
 Unidad: metro cúbico (m3)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 21 de 28
 Rendimiento: 300

A. Mano de Obra						
Descripción	Nº	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Operador de Motoniveladora	1	1,46	2,2	3,21	0,01	0,14%
Ayudante de Maquinaria	2	1,34	2,22	5,95	0,02	0,26%
Chofer licencia tipo B	2	1,35	2,22	5,99	0,02	0,27%
Sub-Total A					0,05	0,67%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	Nº.	C. Horario	Costo	%
Motoniveladora 135 HP	1	45	0,15	1,99%
Tanquero	1	15	0,05	0,66%
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	1	20	0,07	0,89%
Sub-Total B			0,27	3,55%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Material para sub-base granular clase 1	m3	1,25	4	5,00	66,48%
Agua	Galón	10	0,07	0,70	9,31%
Sub-Total C				5,70	75,78%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

Nº	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		6,02	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		1,50	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		7,52	100,00%
Costo Unitario del Rubro Sub-base Granular clase 1			\$ 7,52	
Se asume			\$ 7,50 ✓	

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 404-1
 Descripción: Base Granular clase 1
 Unidad: metro cúbico (m3)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 22 de 28
 Rendimiento: 300

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Operador de Motoniveladora	1	1,46	2,2	3,21	0,01	0,12%
Ayudante de Maquinaria	2	1,34	2,22	5,95	0,02	0,22%
Chofer licencia tipo B	2	1,35	2,22	5,99	0,02	0,22%
Sub-Total A					0,05	0,57%

B. Equipo y Maquinaria					
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%	
Motoniveladora 135 HP	1	45	0,15	1,69%	
Tanquero	1	15	0,05	0,56%	
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	1	20	0,07	0,75%	
Sub-Total B			0,27	3,00%	

C. Material						
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%	
Material para base granular clase 1	m3	1,25	4,88	6,10	68,57%	
Agua	Galón	10	0,07	0,70	7,87%	
Sub-Total C				6,80	76,43%	

D. Transporte							
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%	
Sub-Total D						0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D	7,12		80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)	1,78		20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F	8,90		100,00%

Costo Unitario del Rubro	Base Granular clase 1	\$	8,90
Se asume		\$	8,90 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Rubro: 401-4(1)
 Descripción: Adoquinado
 Unidad: metro cuadrado (m2)

Fecha: 01/12/2004
 Página: 23 de 28
 Rendimiento: 300

A. Mano de Obra						
Descripción	N°	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Ayudante de Maquinaria	2	1,34	2,22	5,95	0,02	0,14%
Chofer licencia tipo B	2	1,35	2,22	5,99	0,02	0,14%
Peón	3	1,31	2,23	8,76	0,03	0,21%
Sub-Total A					0,07	0,50%

B. Equipo y Maquinaria				
Descripción	N°	C. Horario	Costo	%
Tanquero	1	15	0,05	0,36%
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	1	20	0,07	0,48%
Sub-Total B			0,12	0,84%

C. Material					
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Adoquín vehicular ad-7e15	u	9	0,4	3,60	25,98%
Arena	m3	0,73	10	7,30	52,68%
Sub-Total C				10,90	78,66%

D. Transporte						
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%
Sub-Total D					0,00	0,00%

N°	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		11,09	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		2,77	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		13,86	100,00%

Costo Unitario del Rubro	Adoquinado	\$	13,86
Se asume		\$	13,90 ✓

Obra: Avenida Jaime Roldós

Fecha: 01/12/2004

Rubro: 405-9

Página: 24 de 28

Descripción: Pavimento HCP (incluye juntas y transporte 40 km)

Unidad: metro cúbico (m3)

Rendimiento: 35

A. Mano de Obra						
Descripción	Nº	J.H.	F.S.R.	J.R.H.	Costo	%
Operador de Rodillo Liso	1	1,41	2,21	3,12	0,09	0,04%
Operador de Pavimentadora HCP	1	1,46	2,2	3,21	0,09	0,04%
Chofer licencia tipo B	1	1,35	2,22	3,00	0,09	0,04%
Ayudante de Maquinaria	2	1,34	2,22	5,95	0,17	0,08%
Peón	10	1,31	2,23	29,21	0,83	0,40%
Sub-Total A					1,27	0,61%

B. Equipo y Maquinaria					
Descripción	Nº	C. Horario	Costo	%	
Tanquero	1	15	0,43	0,20%	
Rodillo Liso 150 HP, 10 Ton	1	20	0,57	0,27%	
Cortadora de hormigón	1	2	0,06	0,03%	
Pavimentadora vibro-compactadora de alto desempeño, HCP	1	90	2,57	1,23%	
Sub-Total B			3,63	1,73%	

C. Material						
Descripción	Unidad	Consumo	P. Unitario	Costo	%	
Hormigón de cemento portland tipo P, para pavimento	m3	1,3	100	130,00	62,05%	
Agua	Galón	10	0,07	0,70	0,33%	
Material para relleno de juntas	Litro	4	8	32,00	15,27%	
Sub-Total C				162,70	77,66%	

D. Transporte							
Descripción	Unidad	Dist.	Consumo	P. Unitario	Costo	%	
Sub-Total D						0,00	0,00%

Nº	Resumen	Costo	\$	%
E	Costos directos del rubro = A + B + C + D		167,60	80,00%
F	Costos Indirectos 25% de costos directos (E)		41,90	20,00%
G	Costo Unitario Total = E + F		209,50	100,00%

Costo Unitario del Rubro Pavimento HCP (incluye juntas y transporte 40 km) \$ 209,50

Se asume \$ 209,50 ✓

ANEXO N

PRESUPUESTO GENERAL

DE LA OBRA

Obra: Avenida Jaime Roldós
 Longitud 3055
 Fecha: 30/11/2004

Página: 19 de 20
 km

Rubro		Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Código	Descripción	A	B	C	D = B x C
300-E	Replanteo	m	3,055.00	\$ 0.30	\$ 916.50
302-1	Desbroce y limpieza	Ha.	6.11	\$ 233.90	\$ 1,429.13
303-2(1)E	Excavación sin clasificación y desalojo	m3	24,678.85	\$ 4.20	\$ 103,651.18
402-2(1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	m3	22,301.50	\$ 6.00	\$ 133,809.00
308-2	Acabado de obra básica	m2	44,603.00	\$ 1.30	\$ 57,983.90
309-4(2)	Transporte de material	m3 - km	210.28	\$ 0.30	\$ 63.08
404-5E	Base asfáltica e = 0,22 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	m3	2,688.40	\$ 106.00	\$ 284,970.40
405-5(1)E	Carpeta Asfáltica e = 0,10 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	m3	1,222.00	\$ 128.70	\$ 157,271.40
503(1)	Hormigón f _c = 210 kg/cm ² (incluye encofrado)	m3	1,068.83	\$ 135.20	\$ 144,506.28
705-(1)E	Señalización horizontal (franjas de 0,10 m de ancho)	m	21,385.00	\$ 0.20	\$ 4,277.00
504(1)	Acero de refuerzo f _y = 4200	kg	790.00	\$ 1.30	\$ 1,027.00
505(1)E	Acero estructural f _y = 4200	kg	2,581.86	\$ 3.60	\$ 9,294.71
609-E1	Bordillo cuneta tipo B2	m	12,220.00	\$ 23.40	\$ 285,948.00
609-E2	Bordillo parterre	m	1,730.49	\$ 9.70	\$ 16,785.72
609-E3	Sumidero (incluye rejilla)	u	108.00	\$ 92.30	\$ 9,968.40
601-(1A)	Tubería 10" (incluye transporte)	m	6,110.00	\$ 38.10	\$ 232,791.00
601-(1B)	Tubería 30" (incluye transporte)	m	540.00	\$ 206.60	\$ 111,564.00
307-2(1)	Excavación y relleno manual para estructuras menores	m3	916.50	\$ 2.40	\$ 2,199.60
200E	Mitigación Ambiental	mensual	3.00	\$ 1,240.00	\$ 3,720.00
Total					\$1,562,176.30



BIBLIOTECA FACT
 ESPOL

Cuadro de resumen de cantidades de obra

Rubro	Replanteo
Unidad	metros
Cantidad	3.055,00
Observaciones	Longitud de la vía

Rubro	Desbroce y limpieza
Unidad	Hectáreas
Cantidad	6,11
Observaciones	Longitud x ancho de la vía => 3055 mts * 20 mts / 10000

Rubro	Excavación sin clasificación y desalojo
Unidad	metros cúbicos
Cantidad	24.678,85
Observaciones	Obtenido de la tabla de volúmenes de tierra, se incluyen las intersecciones

Rubro	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado
Unidad	metros cúbicos
Cantidad	22.301,50
Observaciones	Profundidad calicata x ancho x largo de vía => 1,5 * 20 * 3060

Rubro	Acabado de obra básica
Unidad	metros cuadrados
Cantidad	44.603,00
Observaciones	Longitud x ancho de la sección tipo => 3055 mts * 14.6 mts

Rubro	Transporte de material
Unidad	metros cúbicos - kilómetro
Cantidad	210,28
Observaciones	(Tabla de Volúmenes: Relleno - Corte) / (70 km de viaje) => (6298,31 - 21017,85) / 70

Rubro	Base asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)
Unidad	metros cúbicos
Cantidad	2.688,40
Observaciones	Espesor base asfáltica x 4 carriles x longitud de la vía => 0,22 mts * 4(3,65) * 3055 mts

Rubro	Carpeta Asfáltica (incluye imprimación y transporte 35 km)
Unidad	metros cúbicos
Cantidad	1.222,00
Observaciones	Espesor carpeta asfáltica x 4 carriles x longitud de la vía => 10 * 4(3,65) * 3055 mts

Rubro	Hormigón $f_c = 210$ kg/cm ² (incluye encofrado)
Unidad	metros cúbicos
Cantidad	1.068,83
Observaciones	Volumen de: Parterres + Aceras + Isletas + Sumideros

Rubro	Señalización horizontal (franjas de 0,10 m de ancho)
Unidad	metros
Cantidad	21.385,00
Observaciones	Longitud de la vía x 7 líneas (3 por dirección + 1 adicional) => 3055 * 7

Rubro	Acero de refuerzo $f_y = 4200$
Unidad	kilogramos
Cantidad	790,00
Observaciones	Del diseño de sumidero se aproximan 25 kg. por sumidero

Rubro	Acero estructural $f_y = 4200$
Unidad	kilogramos
Cantidad	2.581,86
Observaciones	Cantidad de señales verticales (según diseño) transformadas en peso.

Rubro	Bordillo cuneta tipo B2
Unidad	metros
Cantidad	12.220,00
Observaciones	Long via * 4 líneas de bordillos => 3055 * 4

Rubro	Bordillo parterre
Unidad	metros
Cantidad	1.730,49
Observaciones	Bordillos de isletas, intersecciones y parterres, según el diseño de los planos

Rubro	Sumidero (incluye rejilla)
Unidad	unidades
Cantidad	108,00
Observaciones	Diseño del plano
Rubro	Tubería 10" (incluye transporte)
Unidad	metros
Cantidad	6.110,00
Observaciones	Longitud de la vía x cada lado del camino => 3055 * 2 mts
Rubro	Tubería 30" (incluye transporte)
Unidad	metros
Cantidad	540,00
Observaciones	Cantidad de sumideros dividido para 4 sumideros por estación x ancho de la vía ==> 108 / 4 * 20
Rubro	Excavación y relleno manual para estructuras menores
Unidad	metros cúbicos
Cantidad	916,50
Observaciones	Longitud de la vía x profundidad de excavación x ancho de las zanjas => 3055 * 0,3 * 1
Rubro	Mitigación Ambiental
Unidad	mensual
Cantidad	3,00
Observaciones	Número de meses estimado

ANEXO O

CRONOGRAMA VALORADO DE ACTIVIDADES

Cronograma Valorado

Avenida Jaime Roldós

a Noviembre del 2004

Código	Rubro Descripción	Precio Total	Mes							
			1	2	3	4	5	6	7	
300-E	Replanteo	\$ 916.50	\$ 916.50							
302-1	Desbroce y limpieza	\$ 1,429.13	\$ 1,429.13							
303-2(1)E	Excavación sin clasificación y desalajo	\$ 103,651.18	\$ 61,393.39	\$ 42,257.79						
402-2(1)	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	\$ 133,809.00		\$ 133,809.00						
308-2	Acabado de obra básica	\$ 57,983.90			\$ 19,327.97	\$ 19,327.97	\$ 19,327.97			
309-4(2)	Transporte de material	\$ 63.08		\$ 21.03	\$ 21.03	\$ 21.03				
404-5E	Base asfáltica e = 0,22 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	\$ 284,970.40				\$ 106,863.90	\$ 106,863.90	\$ 71,242.60		
405-5(1)E	Carpeta Asfáltica e = 0,10 m (incluye imprimación y transporte 35 km)	\$ 157,271.40					\$ 78,635.70	\$ 78,635.70		
503(1)	Hormigón f'c= 210 kg/cm2 (incluye encofrado)	\$ 144,506.28	\$ 28,901.26	\$ 28,901.26	\$ 28,901.26	\$ 28,901.26	\$ 28,901.26			
705-(1)E	Señalización horizontal (franjas de 0,10 m de ancho)	\$ 4,277.00								\$ 4,277.00
504(1)	Acero de refuerzo fy = 4200	\$ 1,027.00		\$ 1,027.00						
505(1)E	Acero estructural fy = 4200	\$ 9,294.71		\$ 9,294.71						
609-E1	Bordillo cuneta tipo B2	\$ 285,948.00		\$ 67,123.94	\$ 67,123.94	\$ 67,123.94	\$ 67,123.94	\$ 17,452.23		
609-E2	Bordillo parterre	\$ 16,785.72					\$ 8,392.86	\$ 8,392.86		
609-E3	Sumidero (incluye rejilla)	\$ 9,968.40		\$ 5,538.00	\$ 4,430.40					
601-(1A)	Tubería 10" (incluye transporte)	\$ 232,791.00		\$ 109,291.55	\$ 109,291.55	\$ 14,207.90				
601-(1B)	Tubería 30" (incluye transporte)	\$ 25,411.80			\$ 12,705.90	\$ 12,705.90				
307-2(1)	Excavación y relleno manual para estructuras menores	\$ 2,199.60		\$ 1,692.00	\$ 507.60					
200E	Mitigación Ambiental	\$ 3,720.00		\$ 1,240.00		\$ 1,240.00		\$ 1,240.00		
Sumatoria Total		\$ 1,476,024.10								
Avance Mensual		\$	92,640.28	400,196.27	242,309.64	250,391.90	309,245.63	176,963.38	4,277.00	
		%	6.3%	27.1%	16.4%	17.0%	21.0%	12.0%	0.3%	
Avance Acumulado		\$	92,640.28	492,836.55	735,146.19	985,538.09	1,294,783.71	1,471,747.10	1,476,024.10	
		%	6.3%	33.4%	49.8%	66.8%	87.7%	99.7%	100.0%	

ANEXO P

**DISPOSITIVOS DE CONTROL DE
TRÁNSITO**

DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO

El tránsito, como se ha indicado la sección 2.1.4 del presente trabajo de tesis, es el flujo constante de vehículos sobre dos puntos de una vía y es el indicador más confiable para saber si la vía está bien o mal diseñada, es decir, la frecuente existencia de congestionamientos y accidentes indicarán una desacertada proyección del tránsito y una equivocada ordenación del mismo. De ahí que el proyecto de una vía contemple no sólo un diseño geométrico técnicamente aceptable, sino que además se obtenga un flujo de tránsito ordenado, controlado y regulado. Respecto a lo primero, se lo ha tratado en los capítulos y secciones anteriores; para lo segundo, se tratará en el presente anexo sobre los dispositivos de control de tránsito terrestre en la Avenida Jaime Roldós.

Los conductores dependen de la señalización para obtener información, las autoridades viales, por su parte, dependen de la señalización para un uso eficiente de las vías, para que se cumplan las regulaciones de tránsito, y como ayuda para mejorar la seguridad vial. La señalización incluye las señales colocadas en postes (señalización vertical), la demarcación de las calzadas (señalización horizontal), la demarcación en obras y zonas de emergencia, semaforización, luces de emergencia y otros dispositivos.

El propósito de los dispositivos de control de tránsito es el de brindar seguridad y confort a la vía por medio de la ordenación de las maniobras de operación efectuadas por los usuarios de la vía y la notificación de señales de reglamentación, advertencia y guía que se necesita para una operación vehicular uniforme, segura y eficiente. Así lo

advierde el “Manual Interamericano: Dispositivos para el control del tránsito en calles” auspiciado por la Organización de Estados Americanos durante los Congresos Panamericanos de Carreteras, manual que se encuentra en constante actualización desde su concepción en el II Congreso Panamericano de Carreteras llevado a cabo en Agosto de 1929 en la ciudad de Río de Janeiro - Brasil, llegando al XVI Congreso celebrado en Mayo de 1991 en la ciudad de Montevideo, Uruguay, en donde se aprobó su última actualización presentada por el Sub-Comité integrado por los países de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, El Salvador, Honduras, México, Uruguay y Venezuela.

La necesidad de disponer de un conjunto de normas y especificaciones que indiquen a los usuarios de las vías públicas, la forma correcta y segura de transitar por ellas, a fin de evitar accidentes y demoras innecesarias, ha existido a la par de las vías, y constantemente se buscan mejores formas de cubrir aquella necesidad a través del tiempo. En las páginas siguientes se tratará brevemente acerca de los dispositivos de control de tránsito: principios, normas, especificaciones, y se describirán los utilizados en la Avenida Jaime Roldós.

P.1. PRINCIPIOS BÁSICOS



**BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

El diseño de los dispositivos de control de tránsito incluye la selección y ubicación del dispositivo, por lo que cada uno de estos debe cumplir con algunos requisitos considerados como básicos en la Avenida Jaime Roldós, y que son:

- ✓ Satisfacer completamente una necesidad.
- ✓ Llamar la atención.
- ✓ Transmitir un significado claro y sencillo.
- ✓ Ser respetado por los usuarios de la vía.
- ✓ Dar el tiempo adecuado para una respuesta conveniente.

P.1.1. Diseño

El diseño del dispositivo deberá asegurar que las características de tamaño, contraste, color, composición e iluminación estén combinadas de forma tal que atraigan la atención del usuario.

P.1.2. Localización

La ubicación de los dispositivos debe estar dentro del cono visual del usuario, de manera que atraigan su atención y faciliten su lectura e interpretación considerando la velocidad a la que vaya el vehículo, la que a su vez debe combinarse con el diseño para permitir un tiempo adecuado de percepción y reacción. Las señales deberán colocarse de tal manera que:

1. Estén en una zona clara colocada en cualquier tipo de soporte.
2. Optimicen la visibilidad nocturna.
3. No se obstaculicen unos con otros.
4. Sean siempre visibles.
5. No se afecten por el barro salpicado o escombros en la vía.

P.1.3. Forma

Las formas estandarizadas para las señales son las siguientes:

Forma	Señal
Octágono	*Pare
Triángulo equilátero (1 punta abajo)	*Ceda el paso
Círculo	Intersección, Salida emergente, Marcador de ruta
Triángulo isósceles (lado más largo horizontal)	* No entre
Pentágono (punta arriba)	* Serie de Cruce escolar
Diamante	Serie de Prevención
Rectángulo	Señales de Reglamentación ** Serie de Guía Serie de Prevención
Trapezoidal	* Serie de Recreación
Croosbuck (dos rectángulos cruzados en forma de "X")	* Cruce de Ferrocarril

* Indica un uso exclusivo de la forma

** Serie de Guía incluye los servicios generales, específicos y señales de recreación.

P.1.4. Uniformidad

La uniformidad de los dispositivos para el control de tránsito simplifica la labor del usuario de las vías públicas, puesto que esto ayuda al reconocimiento y entendimiento de los mismos, ofreciendo a los conductores y autoridades de tránsito a dar a todos los dispositivos la misma interpretación. De igual modo

ayuda a la optimización en la manufactura, instalación, conservación y administración de dichos dispositivos.

P.1.5. Distancias laterales y alturas

La distancia mínima normalizada entre el borde del pavimento y el borde de la señal montada, en para áreas urbanas será de 0,30 metros. Igualmente, la altura mínima normalizada entre el pavimento y el borde inferior de la señal será de 2,00 metros, y cuando haya dos o más señales en un mismo poste, el borde de la señal inferior estará a 0,30 metros debajo de la distancia mínima. Las señales instaladas en pórticos o estructuras metálicas transversales a la vía deberán tener una altura libre no menor de 5,50 metros, excepto en aquellos casos donde existan otras estructuras, tales como puentes de menor altura, tal como se muestran en las Figuras P.1, P.2, P.3, P.4, P.5, P.6 y P.7.

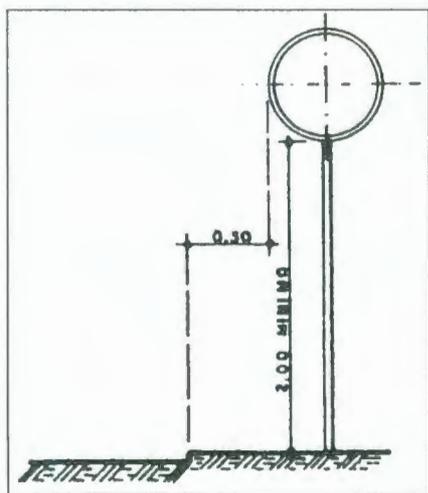


FIGURA P.1

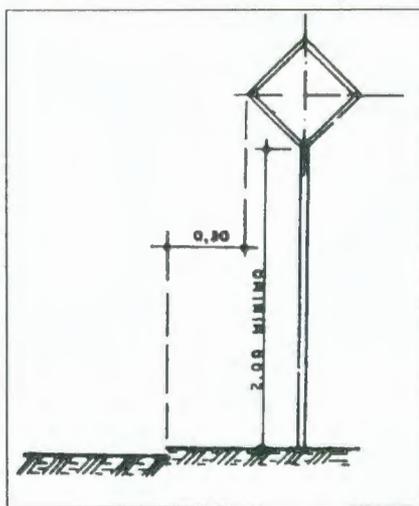


FIGURA P.2

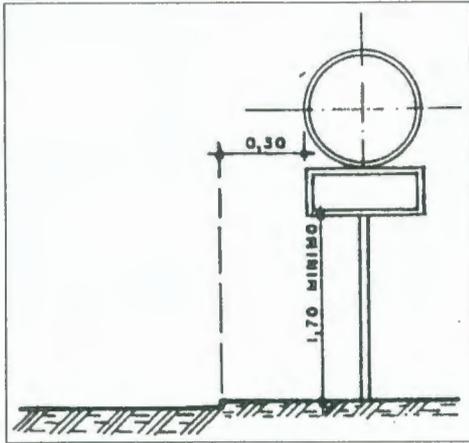


FIGURA P.3

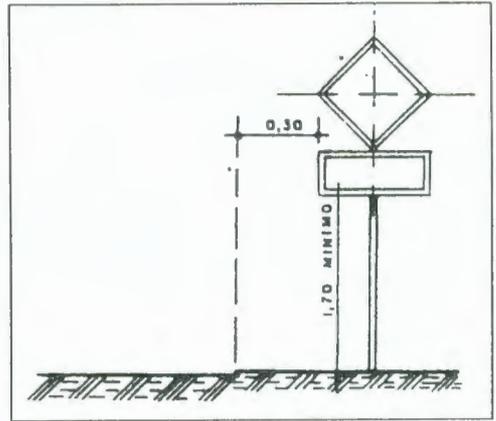


FIGURA P.4

P.2. DISPOSITIVOS DE TRÁNSITO UTILIZADOS

Dentro de los dispositivos de control de tránsito utilizados en el proyecto de la Avenida Jaime Roldós, se ha considerado la señalización vertical y horizontal mínima necesaria para brindar seguridad y eficiencia a la vía.

Las *señales verticales* son dispositivos instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a reglamentar el tránsito y a advertir o informar a los conductores o símbolos determinados. Desde el punto de vista funcional, se clasifican en:

- ✓ Señales de reglamentación, que indican las leyes y reglamentos de tránsito.

- ✓ Señales de prevención, que indican condiciones adyacentes a una calle o carretera que son potencialmente peligrosas para el funcionamiento del tránsito.
- ✓ Señales de información, que indican rutas, destinos, direcciones, distancias, servicios, puntos de interés, informaciones geográficas, culturales y otras que se consideren importantes.

Las *señales horizontales* son líneas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, brocales y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Por su uso, las demarcaciones se clasifican en:

1. Demarcación de pavimentos.
2. Demarcaciones de bordes de acera, para indicar restricción de estacionar.
3. Demarcación de objetos.
4. Delineadores reflectivos.

A continuación se detallan las señales utilizadas en la Avenida Jaime Roldós.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

P.2.1. Señal de “PARE” (R-1)

Esta señal se empleará en todos aquellos casos en que los reglamentos o disposiciones así lo exijan e indicar al conductor que deberá detener completamente su vehículo.



La señal “PARE” tendrá la forma de octógono regular, con la orla y el mensaje en letras blancas sobre fondo rojo. Las dimensiones mínimas recomendadas son de 0,25 metros de cada lado o sea una distancia de 0,60 metros entre lados paralelos. La leyenda inscrita en la señal podrá ser indistintamente PARE, ALTO, STOP, ARRETE, en el lenguaje correspondiente a cada país.

P.2.2. Señal de “CEDA EL PASO” (R-2)

La señal de “CEDA EL PASO” se empleará en todos los casos en que los reglamentos o disposiciones así lo exijan para notificar al conductor que deberá ceder el



paso a los vehículos que circulen por la carretera, camino o calle en la cual está entrando. La señal tendrá la forma de un triángulo equilátero con vértice hacia abajo; su color será fondo blanco con orla roja.

P.2.3. Señal de “PROHIBIDO SEGUIR ADELANTE” o “DIRECCION PROHIBIDA” (R-3)



R - 3

Esta señal prohíbe la entrada del tránsito a una sección restringida de una vía pública. Normalmente se coloca al lado derecho de la calzada y de frente al tránsito que entra a la calzada en dirección incorrecta. Donde se justifique, se podrá instalar una señal adicional al lado izquierdo de la calzada.

P.2.4. Señal de “UNA VÍA”

Esta señal se utilizará para indicar las calles o vías a las cuales el tránsito vehicular está permitido circular en una sola dirección.



P.2.5. Señal de “PROHIBIDO GIRAR A LA IZQUIERDA” (R-4a) y Señal de “PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA” (R-4b).

Estas señales se utilizarán para notificar al conductor de un vehículo que no podrá efectuar giro o viraje a la izquierda o hacia a la derecha respectivamente.

Se colocarán donde sean más visibles para los vehículos que pudieran intentar el giro prohibido.



R - 4a



R - 4b

P.2.6. Señal de "PROHIBIDO GIRAR EN U" (R-5)

Esta señal se utilizará para notificar al usuario de la vía la prohibición de giro en U o prohibición de retorno.



R - 5

P.2.7. Señal de "PROHIBIDO ESTACIONAR" (R-6a)

Esta señal se utilizará para enfatizar que ningún vehículo puede estacionarse. El alcance de esta prohibición puede ser restringido por inscripciones en una placa adicional, según sea el caso de los días de la semana, mes o las horas del día en que se aplica la prohibición.



R - 6a

P.2.8. Señal de "INTERSECCIÓN ROTATORIA" (P-12)

Esta señal se utilizará para advertir a los conductores la proximidad de una intersección de tipo rotatorio.



P - 12

P.2.9. Señal de “ZONA ESCOLAR” (P-32)

Esta señal se utilizará para advertir a los conductores la proximidad de una escuela o un cruce peatonal de escolares.

**P-32****BIBLIOTECA FICT
ESPOL**

ANEXO Q

PERALTES

Curva Horizontal 1

Datos Generales		
V	40	km/h
R	898	m
a	7,3	m
b	2%	

Datos del peralte		
e	0,01	m/m
LP	9,23	m
x	23,55	m
1/3LP	3,08	m
2/3LP	6,15	m

Datos de Curva N°.		1		Der
i	0,31%			
PC	0	+	487,47	m
PT	0	+	572,36	m

Transición del Peralte					Borde Interno	Cota Eje	Borde Externo
Punto	Abscisa						
A	0	+	457,77	m	-0,073	0,0	-0,073
B	0	+	481,32	m	-0,073	0,0	0,0
C	0	+	504,87	m	-0,073	0,0	0,073
D	0	+	490,55	m	-0,029	0,0	0,029
D'	0	+	569,29	m	-0,029	0,0	0,029
C'	0	+	554,97	m	-0,073	0,0	0,073
B'	0	+	578,52	m	-0,073	0,0	0,0
A'	0	+	602,06	m	-0,073	0,0	-0,073

Curva Horizontal 2

Datos Generales

V	40	km/h
R	600	m
a	7,3	m
b	2%	

Datos del peralte

e	0,01	m/m
LP	107,07	m
x	182,50	m
1/3LP	35,69	m
2/3LP	71,38	m

Datos de Curva N°.

2

Izq

i	0,04%			
PC	1	+	90,99	m
PT	1	+	97,58	m

Transición del Peralte					Borde Interno	Cota Eje	Borde Externo
Punto	Abscisa						
A	0	+	837,11	m	-0,073	0,0	-0,073
B	1	+	19,61	m	-0,073	0,0	0,0
C	1	+	202,11	m	-0,073	0,0	0,073
D	1	+	126,68	m	-0,043	0,0	0,043
D'	1	+	61,89	m	-0,043	0,0	0,043
C'	0	+	986,46	m	-0,073	0,0	0,073
B'	1	+	168,96	m	-0,073	0,0	0,0
A'	1	+	351,46	m	-0,073	0,0	-0,073

Curva Horizontal 3

Datos Generales

V	40	km/h
R	87	m
a	7,3	m
b	2%	

Datos del peralte

e	0,08	m/m
LP	164,09	m
x	40,56	m
1/3LP	54,70	m
2/3LP	109,39	m

Datos de Curva N°.

			3	Izq
i	0,18%			
PC	1	+	614,99	m
PT	1	+	652,24	m

Transición del Peralte					Borde Interno	Cota Eje	Borde Externo
Punto	Abscisa						
A	1	+	465,04	m	-0,073	0,0	-0,073
B	1	+	505,60	m	-0,073	0,0	0,0
C	1	+	546,15	m	-0,073	0,0	0,073
D	1	+	669,68	m	-0,295	0,0	0,295
D'	1	+	597,54	m	-0,295	0,0	0,295
C'	1	+	721,07	m	-0,073	0,0	0,073
B'	1	+	761,63	m	-0,073	0,0	0,0
A'	1	+	802,19	m	-0,073	0,0	-0,073

Curva Horizontal 4

Datos Generales		
V	40	km/h
R	75	m
a	7,3	m
b	2%	

Datos del peralte		
e	0,09	m/m
LP	255,68	m
x	54,48	m
1/3LP	85,23	m
2/3LP	170,45	m

Datos de Curva N°.		4		Izq
i	0,13%			
PC	2	+	52,85	m
PT	2	+	101,74	m

Punto	Transición del Peralte				Borde Interno	Cota Eje	Borde Externo
	Abscisa						
A	1	+	827,91	m	-0,073	0,0	-0,073
B	1	+	882,39	m	-0,073	0,0	0,0
C	1	+	936,87	m	-0,073	0,0	0,073
D	2	+	138,07	m	-0,343	0,0	0,343
D'	2	+	16,51	m	-0,343	0,0	0,343
C'	2	+	217,72	m	-0,073	0,0	0,073
B'	2	+	272,19	m	-0,073	0,0	0,0
A'	2	+	326,67	m	-0,073	0,0	-0,073

Curva Horizontal 5

Datos Generales

V	40	km/h
R	254	m
a	7,3	m
b	2%	

Datos del peralte

e	0,03	m/m
LP	75,50	m
x	54,48	m
1/3LP	25,17	m
2/3LP	50,33	m

Datos de Curva N°.

5 Izq

i	0,13%			
PC	2	+	281,28	m
PT	2	+	646,78	m

Transición del Peralte					Borde Interno	Cota Eje	Borde Externo
Punto	Abscisa						
A	2	+	176,48	m	-0,073	0,0	-0,073
B	2	+	230,95	m	-0,073	0,0	0,0
C	2	+	285,43	m	-0,073	0,0	0,073
D	2	+	306,45	m	-0,101	0,0	0,101
D'	2	+	621,61	m	-0,101	0,0	0,101
C'	2	+	642,63	m	-0,073	0,0	0,073
B'	2	+	697,11	m	-0,073	0,0	0,0
A'	2	+	751,58	m	-0,073	0,0	-0,073