

DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
TÉCNICA, AMBIENTAL, ECONÓMICA Y FINANCIERA  
PARA LA CONCESIÓN DE OBRA  
CON SERVICIO PÚBLICO  
DEL PROYECTO NUEVA RADIAL  
HEREDIA-SAN JOSÉ

**INFORME INICIAL**

CRH-SJ-001



Consejo Nacional de Concesiones



DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
TÉCNICA, AMBIENTAL, ECONÓMICA Y FINANCIERA  
PARA LA CONCESIÓN DE OBRA  
CON SERVICIO PÚBLICO  
DEL PROYECTO NUEVA RADIAL  
HEREDIA-SAN JOSÉ

**INFORME INICIAL**

CRH-SJ-001



Consejo Nacional de Concesiones

**HEREDIA-SAN JOSÉ  
DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
TÉCNICA, AMBIENTAL, ECONÓMICA Y FINANCIERA  
PARA LA CONCESIÓN DE OBRA  
CON SERVICIO PÚBLICO  
DEL PROYECTO NUEVA RADIAL  
HEREDIA-SAN JOSÉ**

**INFORME INICIAL**

CRH-SJ-001

Elaboró: SLS, EBR, AFM	Revisó: Ricardo Torres V.	Aprobó: Víctor Torres V.
Firma: 	Firma: 	Firma: 
Cargo: Especialistas	Cargo: Coordinador de proyecto	Cargo: Director de Proyecto



## ÍNDICE

	Pág.
<b>INFORME INICIAL</b>	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. ESTRUCTURACIÓN DEL INFORME INICIAL	2
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
3. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO	3
3.1. RUTA BÁSICA	4
3.2. ALTERNATIVA A. DESVÍO ANILLO PERIFÉRICO	5
3.3. ALTERNATIVA B. DESVÍO CIRCUNVALACIÓN NORTE	5
3.4. ALTERNATIVA C. DERECHO DE VÍA DEL FERROCARRIL	6
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	6
4.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO ORIGINAL Y DE LAS ALTERNATIVAS DE TRAZADO	6
4.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE	7
4.2.1. CARTOGRAFÍA BÁSICA VIGENTE	7
4.3. DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS PARA LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	7
4.4. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA	8
4.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA	8
4.6. PLAN DE ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	9
4.7. PLAN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	11
4.7.1. POLIGONAL BÁSICA DE AMARRE	11
4.7.2. LEVANTAMIENTO DE DETALLES	11
4.7.3. LOCALIZACIÓN DE EJES	12
4.7.4. NIVELACIÓN DE EJES	12
4.7.5. SECCIONES TRANSVERSALES	13
4.7.6. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	13
4.8. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	13
4.8.1. PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO	13

---

4.8.2. PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS	15
4.8.3. FUENTES DE MATERIALES	20
4.9. ESTUDIO AMBIENTAL	20
4.9.1. FASE I. VIABILIDAD AMBIENTAL	20
4.9.2. FASE II. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	21
4.10. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE CADA TRAMO	23
4.10.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA	23
4.10.2. INFORMACIÓN URBANÍSTICA	23
4.10.3. ANÁLISIS DE TRÁFICO	23
4.10.4. MODELACIÓN CON EL PROGRAMA DE COMPUTO EMME/2	40
4.10.5. CONVERSIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL MODELO SIATGAM	42
4.10.6. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE COBRO	44
4.11. FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO	46
4.12. FACTIBILIDAD ECONÓMICA	46
4.12.1. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO	46
4.12.2. SENSIBILIDAD DE LA DEMANDA	48
4.12.3. PRIORIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN	49
4.13. FACTIBILIDAD FINANCIERA	50
4.13.1. MODELO FINANCIERO	50
4.13.2. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS	52
4.13.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	52
5. TAREAS POR EJECUTAR	53
5.1. CALENDARIO DE TRABAJO	53
6. TAREAS EJECUTADAS	54
6.1. INFORMACIÓN RECOLECTADA	54
6.2. CARTOGRAFÍA	55
6.3. RECORRIDOS POR LOS CORREDORES DE LAS ALTERNATIVAS	55
6.4. VIABILIDAD AMBIENTAL	56
6.4.1. PLANEACIÓN DEL ESTUDIO AMBIENTAL	56

---

6.4.2. METODOLOGÍA DEL PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	57
6.4.3. INVESTIGACIÓN Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN AMBIENTAL	58
6.4.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DEL TRAZADO	58
6.5. ANÁLISIS DE DEMANDA	58
7. ESTADO DE AVANCE	62
TABLAS	
FIGURAS	
ANEXO A. LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA	
ANEXO B. ANEXO FOTOGRAFICO	
ANEXO C. FORMATOS DE ENCUESTAS	



# INFORME INICIAL

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. ANTECEDENTES

Como es común y ocurre en otras grandes capitales de Latinoamérica, San José no escapa a la característica de un crecimiento desmedido de su población y la consiguiente necesidad de dotarla de servicios para su correcto desarrollo en un medio social y ambiental digno, lo que ha originado consecuentemente la insuficiencia de los servicios y la incapacidad para generar la movilidad de forma óptima, considerando como una dificultad importante en el desarrollo de este inconveniente, la planeación urbana de una ciudad no concebida para la demanda que actualmente la requiere.

Dado lo anterior, una de las actividades primordiales y que mayor atención necesita actualmente, es la implementación de soluciones ejecutadas en forma planeada, por lo que éstas representan en la economía de los habitantes de dos grandes ciudades costarricenses como son San José y Heredia. Lo anterior requiere de grandes inversiones para lograr la modernización de la infraestructura vial existente, misma que se ha visto rezagada en los últimos años por situaciones fundamentalmente económicas.

La congestión del tránsito observada sobretodo en San José, continua siendo una característica indiscutible de otras capitales y grandes ciudades latinoamericanas que han sido rebasadas por descuido y carencia de una inversión constante, que atienda la oferta conforme se genera el crecimiento de la demanda. Por lo anterior, la decisión tomada por el Consejo Nacional de Concesiones para incrementar la capacidad de la red vial urbana, aunque no es oportuna, resulta ser una alternativa que sin discusión aprovecha grandes extensiones abiertas con sembradíos de café en gran parte de su recorrido y adapta el entorno urbano con densa construcción, en beneficio del incremento de vías primarias que contribuyan en forma conjunta con otras soluciones, algunas más simples que otras, a la operación expedita de una red vial desgastada y con niveles de capacidad bastante reducidos.

Por lo anterior, el Consejo Nacional de Concesiones (CNC), adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Transportes contrató la consultoría consistente en la prestación de servicios para realizar El diseño preliminar y estudios de factibilidad técnica, ambiental, económica y financiera para la concesión de obra con servicio público del proyecto nueva radial Heredia-San José.

Para la realización de este Estudio se formó el consorcio Radial Heredia (CRH), integrado por la Empresa de origen Mexicano Cal y Mayor y Asociados S.C., Gómez Cajiao y Asociados (de Colombia) y la empresa costarricense DEPAT.

En este documento, se presenta el Informe Inicial del Estudio, en el cual se indican los objetivos principales del Estudio y se plantea el programa de trabajo propuesto por el Director Técnico del Consultor. Asimismo, se describe el alcance de las principales actividades, indicando en cada una de ellas la metodología de trabajo a seguir. Al mismo, se presenta un avance del Estudio.

## **1.2. ESTRUCTURACIÓN DEL INFORME INICIAL**

Con el fin de facilitar la presentación de los diversos temas tratados en el Informe Inicial, se decidió dividir este documento en los seis capítulos siguientes:

1. Introducción
2. Objetivos del Estudio.
3. Metodología de trabajo.
4. Tareas por ejecutar.
5. Tareas ejecutadas.
6. Estado de avance del proyecto.

La mayor parte del Informe Inicial corresponde a los capítulos anteriores, los cuales se presentan en el cuerpo central de este documento. Las figuras y las tablas se presentan por separado, en dos secciones independientes, inmediatamente después del cuerpo principal; para identificarlas claramente, se les asigna un número consecutivo, según el orden en que son citadas en el texto (por ejemplo, Fig. 3, tabla 2, etc.).

## **2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Los objetivos específicos del Estudio, de acuerdo con los términos de referencia de la licitación, son los siguientes:

- ✓  Determinar y establecer la justificación técnica, económica, ambiental y financiera para continuar con las actuaciones preparatorias para la concesión de la Nueva Radial Heredia – San José.
- ✓  Efectuar un estudio completo de factibilidad en cuatro áreas prioritarias como la técnica, la económica, la financiera y la ambiental, donde se identifiquen las alternativas de solución que permitan la viabilidad de construcción de la vía propuesta.

- ✓  Realizar una estimación de la demanda de la nueva vía, y sus efectos sobre las vías tradicionales de comunicación entre Heredia y San José, sobre el ACC de San José y sobre las vías ubicadas dentro de la zona de influencia de la misma.
- ✓  Cuantificar con la precisión adecuada, los costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto, estableciendo con base en dichas determinaciones, la rentabilidad financiera de la concesión de la obra. Es muy importante hacer énfasis, que a los efectos de no encarecer el costo de la obra, el Consultor delimitará con la precisión requerida las áreas de expropiación y de utilidad indispensable para el proyecto, minimizando los costos de inversión y precisándolos con la mayor exactitud.
- ✓  Establecer la sección transversal de la vía en función de los flujos vehiculares e incluir dentro de la alternativa óptima, el diseño e implementación de todas las facilidades de mayor uso mundial, para la operación expedita de la vía, tales como bahías para el transporte público, casetas y sistemas de peaje funcionales, infraestructura para la seguridad del peatón, y otras.
- ✓  Analizar las diversas alternativas, para establecer de manera preliminar, la alternativa que permita una propuesta viable que opere de forma eficiente bajo la modalidad de concesión de obra, determinando de igual manera, las alternativas para diferir o posponer de la inversión que permita la mejor utilidad al costo de inversión y genere los mejores rendimientos para el Gobierno de Costa Rica.

### 3. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS DE TRAZADO

En este capítulo se describen las alternativas de trazado que serán estudiadas dentro de la fase inicial del proyecto con el fin de seleccionar la más conveniente desde los puntos de vista técnico, ambiental, económico y financiero.

Las alternativas descritas a continuación corresponden a las enumeradas en los términos de referencia del proyecto y a las planteadas en las reuniones sostenidas con el CNC y el MOPT antes del inicio de los trabajos. El trazado general de las alternativas se presenta en la ortofotografía contenida en la Figura 1 de este Informe.

Es importante hacer énfasis en que conforme se analicen la propuesta original y las tres alternativas de trazado, se irán desechando las que menores beneficios generen para el proyecto, hasta obtener la ruta óptima que de acuerdo a la experiencia del Consorcio y con base en los indicadores de factibilidad obtenidos,

determinen los mejores resultados y los mayores beneficios en los aspectos técnico, económico, financiero y ambiental. En este punto, es importante establecer que los anteproyectos comprometidos por el Consorcio, únicamente se realizarán en la alternativa idónea que cuente con la anuencia del Consejo Nacional de Concesiones.

### 3.1. RUTA BÁSICA

Corresponde al proyecto original realizado por la firma consultora INDECA S. A., cuenta con una longitud total de 10.56 Kilómetros, incluyendo la Radial Barreal y ha sido dividido en tres secciones de la siguiente forma:

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	LONGITUD
1	San José-Uruca	1.10 km
2	Uruca-La Esperanza	3.98 km
3	La Esperanza-San Francisco	3.48 km

Incluye cinco (5) intersecciones a nivel ubicadas en las intersecciones con las Calles 22 y 24, La Uruca, Avenida Las Américas e Intersección San Francisco; y los siguientes intercambios: Autopista General Cañas, Boulevard Circunvalación, Santa Rosa, La Esperanza y Radial Barreal. En recorridos realizados con el MOPT y el CNC se ha planteado por estas entidades que el cruce con La Uruca se haga a desnivel.

El trazado discurre a través de zonas residenciales, comerciales, agrícolas e industriales, por tanto, se tomarán en cuenta los impactos diversos ocasionados por la nueva carretera, sobre todo los relacionados con el aspecto ambiental y social, como la calidad de vida, el ambiente social, la contaminación por ruido y gases y el efecto en los ecosistemas de las zonas agrícolas.

Se considerarán condiciones para los peatones y el sistema de transporte público interurbano, incluyendo la adición de la infraestructura para tal fin, como pueden ser pasos peatonales a desnivel, bahías para autobuses, señalamiento adecuado, aceras, etc.

---

### 3.2. ALTERNATIVA A. DESVÍO ANILLO PERIFÉRICO

La alternativa planteada aprovecha parte del Arco Norte del denominado Anillo Periférico y es probable que permita la ejecución de la Radial por etapas, de modo que se puedan diferir las inversiones en el tiempo, reduciendo el impacto del costo financiero sobre las tarifas, para que una vez que el Anillo Periférico alcance su capacidad, se implementen los tramos pospuestos de la Nueva Radial Heredia.

Esta alternativa cuenta con una sección similar a la de la Radial Heredia en su tramo de la Avenida Séptima a la Intersección Virilla. En este se desvía sobre el trazado del Anillo Periférico hasta la Intersección del Río Bermúdez, donde parte hacia un nuevo desvío buscando nuevamente la conexión con la Radial Heredia, en el intercambio de la Radial Barreal.

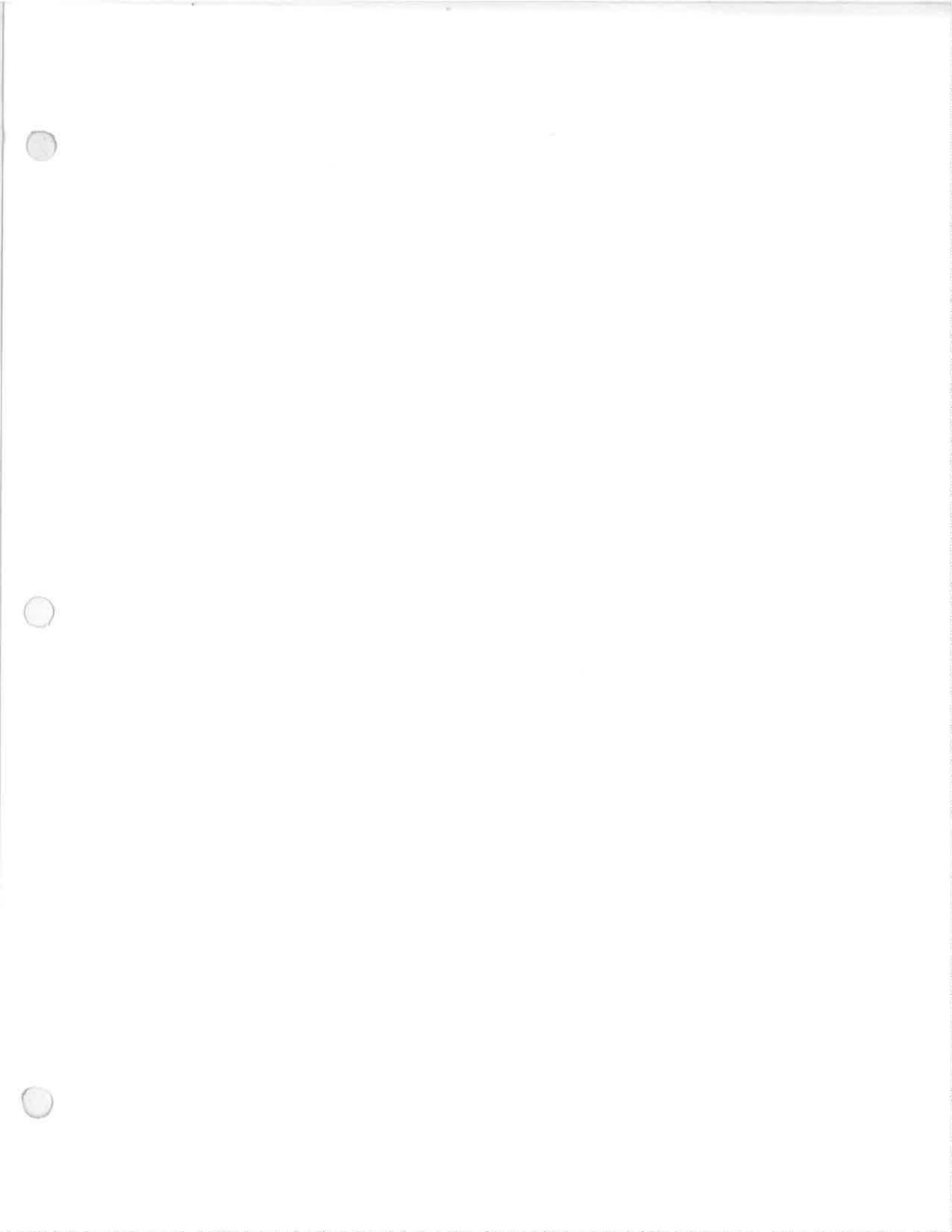
El análisis de este tramo, de acuerdo a lo indicado en los TDR, se hará con base en el estudio realizado por LEIVA en el año de 1980, el cual incluye diseño de anteproyecto y factibilidad económica de la propuesta.

Se considera las intersecciones a nivel con la Calle 22 y 24, La Uruca, Avenida Las Américas y los intercambios con la Autopista General Cañas, el Boulevard Circunvalación, Río Virilla (con Anillo Periférico), La Valencia, Río Bermúdez y San Francisco. Al igual que en el caso de la Ruta Básica, se estudiará la posibilidad de generar un paso a desnivel en la intersección de La Uruca.

### 3.3. ALTERNATIVA B. DESVÍO CIRCUNVALACIÓN NORTE

El trazado de esta alternativa utiliza el tramo norte del Boulevard Circunvalación, sustituyendo el tramo urbano de la Radial localizado entre Avenida Séptima y la Uruca, buscando reducir los costos de construcción y de expropiaciones. El proyecto continua a lo largo del trazado original, a partir del intercambio con Circunvalación en la Uruca.

Se tomará en cuenta que el tramo Norte del Boulevard Circunvalación, con sección transversal de seis carriles, no se encuentra construido actualmente. A pesar de que en lo términos de referencia se indicaba que este tramo estaría considerado como parte de la concesión de la Autopista General Cañas y que por lo que los costos correspondientes no se debían incluir dentro del análisis respectivo, en reuniones posteriores con el CNC se aclaró que el tramo sí deberá ser considerado como costo para la Alternativa debido a un cambio en el planteamiento del estudio de la Autopista General Cañas.







Se incluyen los intercambios con la Ruta 101, Ruta 32, Ruta 5, Intercambio Circunvalación-Radial Heredia, Boulevard Circunvalación; y los intercambios con la Radial Heredia considerados en Santa Rosa, La Esperanza y Radial Barreal.

### **3.4. ALTERNATIVA C. DERECHO DE VÍA DEL FERROCARRIL**

La utilización del derecho existente en la vía del ferrocarril, que parte de Barrio Amón y atraviesa los sectores de Tibás y Santa Rosa hasta llegar a la ciudad de Heredia, por el sector del Río Pirro, es la premisa fundamental de su trazado. Dado que las características de proyecto difieren mucho entre una vía de Ferrocarril y una vía urbana, será imprescindible mejorar su alineamiento horizontal y vertical, considerando que en el alineamiento vertical es permisible incrementar la pendiente del 3% al 6%.

Para este caso, se definirá el trazado del anteproyecto a nivel preliminar, los intercambios requeridos y las obras accesorias o complementarias que integren la infraestructura requerida para la operación correcta de la vía, tales como puentes vehiculares y peatonales, bahías para autobuses, aceras, etc. Adicionalmente se analizará la variante que se combina con la utilización del Anillo Periférico, considerando la posibilidad de diferir de la inversión utilizando la carretera Braulio Carrillo, entre Tournón y el futuro intercambio Santo Tomás del Anillo Periférico Norte, para luego continuar por el derecho de vía existente del ferrocarril.

## **4. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

### **4.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO ORIGINAL Y DE LAS ALTERNATIVAS DE TRAZADO**

En caso de que la alternativa seleccionada corresponda al trazado del Proyecto Original definido por el MOPT y teniendo en cuenta que los planos datan del año 1976, se realizará una revisión completa del diseño existente y se ajustará teniendo en cuenta, las áreas urbanizadas cerca o dentro del corredor del proyecto, los nuevos estándares geométricos definidos por la velocidad de diseño, las nuevas condiciones de demanda y capacidad del proyecto, considerando además, entre otros aspectos, las intersecciones e intercambios que contempla el proyecto original, el uso del suelo, los impactos ambientales en las zonas residenciales y agrícolas, el tráfico peatonal y las condiciones de operación del transporte público modalidad autobús.

## **4.2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE**

Los trabajos referidos en esta etapa, tendrán como finalidad fundamental la identificación y diagnóstico de las probables alternativas.

### **4.2.1. CARTOGRAFÍA BÁSICA VIGENTE**

La cartografía disponible consta de restituciones del año 1989 en escala 1:10.000, con curvas de nivel cada 10 metros. Esta cartografía se actualizará al año 1998, con curvas de nivel cada 5 metros, con base en las fotografías aéreas más recientes disponibles (1998), en escala 1:40.000, correspondientes al proyecto Terra. La ortofotografía resultante de esta actualización se presenta en la Figura 1 de este informe.

Puesto que la cartografía existente no se encuentra en medio magnético, se procedió a su digitalización y complementación con el empleo de ortofotografías, creando una base de datos topográfica necesaria para el uso posterior del software especializado para diseño vial y así proceder a plantear y estudiar las alternativas propuestas que permitirán la determinación y selección de la solución definitiva.

El resultado serán planchas en archivos del tipo DWG, compatibles con el software de diseño geométrico denominado Eagle Point.

## **4.3. DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS PARA LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS**

Una vez compilada la información, se complementará la misma con reconocimientos de campo que le permitan identificar y profundizar en los aspectos relacionados con las características físicas de los proyectos geométricos, y afectaciones a propiedades para la adquisición del derecho de vía adicional al existente, a efecto de evaluar su integración con el planeamiento del entorno zonal y determinar la problemática específica para su implementación.

Dichos reconocimientos de campo se efectuarán en forma exhaustiva, participando los especialistas en diseño geométrico, estructurales y ambientales, para los efectos de proponer, analizar y comparar ventajas de las soluciones factibles, así como de integrar y discutir la información desde diversos puntos de vista, que permitan su integración dentro de la caracterización del proyecto.

Para el caso particular de los intercambiadores, partiendo de la restitución fotogramétrica existente, se revisarán los diseños existentes y se planteará un anteproyecto con los datos característicos de mayor importancia.

#### 4.4. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Con toda la información obtenida, se compararán las diferentes alternativas de ruta y sección transversal propuestas, teniendo en cuenta de forma global, los costos de construcción, expropiación, conservación y operación.

Los factores más importantes que se tomarán en cuenta para su selección son los siguientes:

- Longitud de la vía.
- Características geométricas en planta y perfil, radios mínimos, pendientes máximas.
- Movimiento de tierras, volúmenes de corte y terraplén y su costo
- Zonas de afectación predial, problemas sociales y costos.
- Afectación ambiental, costo de medidas de manejo y mitigación ambiental.
- Costos económicos y financieros.
- 

#### 4.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Una vez seleccionada la alternativa más favorable por parte del CNC, MOPT y el Consorcio, se procederá a realizar el anteproyecto de diseño geométrico de la Nueva Radial Heredia-San José, el cual debe involucrar en su conceptualización y diseño no tan solo a los elementos requeridos para la operación eficiente de la vía principal, sino también el de todos los que resultan afectados o deben integrarse con su implementación.

Dicho anteproyecto será desarrollado con el empleo de los módulos RoadCalc y Surface Modeling del Software Eagle Point, que permiten generar un modelo tridimensional del terreno con base en las curvas de nivel obtenidas en la digitalización de las restituciones y ortofotografías y sobre este modelo realizar hacer un prediseño de la vía en planta y perfil. El programa permite imprimir un listado de coordenadas de todos los elementos geométricos del prediseño en planta para su localización en el terreno.

Después de definida y acordada la alternativa de trazado, se replanteará en el terreno el eje del proyecto con el objeto de revisar y de ser requerido, ajustar en lo conducente el alineamiento horizontal. Al eje del trazado, se le establecerán las

abscisas respectivas y se procederá a su nivelación, con el objeto de establecer las secciones transversales cada 20 metros o menos cuando el terreno natural presente accidentes topográficos notorios; lo anterior con la finalidad de contar con los datos requeridos para determinar los volúmenes de movimiento de tierras y delimitar con precisión el derecho de vía requerido, de acuerdo con las propiedades del suelo y con los taludes que la vía requiera. Todo lo anterior previa autorización del CNC con relación a los costos de este trabajo, tal como se encuentra previsto en los términos de referencia y el contrato.

La topografía tomada en campo con base en la localización del eje, se procesará con la ayuda del programa RoadCalc, para calcular los volúmenes de cortes y rellenos del proyecto de manera más precisa.

Los levantamientos topográficos serán ejecutados por cuatro cuadrillas de topografía, integradas por un Topógrafo y dos personas de apoyo, equipada cada una con un equipo de estación topográfica total dotadas con cartera electrónica, que permita mayor precisión y velocidad en los levantamientos referidos. A cada cuadrilla se le dotará con su respectivo vehículo y sistemas y equipos de seguridad para desarrollar el trabajo en las mejores condiciones posibles. El trabajo diario ejecutado será verificado en la oficina por un ingeniero destacado para tal fin, con el propósito de tener seguridad sobre la confiabilidad de la información básica de diseño y evitar futuros contratiempos.

Una vez aprobada la planimetría y la altimetría del anteproyecto de la alternativa seleccionada, se iniciará la edición de los planos de planta y perfil que contendrán toda la información exigida por los términos de referencia.

#### **4.6. PLAN DE ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS**

Para la elaboración de los estudios y proyectos preliminares de drenaje pluvial y soluciones en los cruces con ríos y cauces, se realizarán estudios hidrológicos y topohidráulicos, efectuándose la recopilación de la información histórica relacionada con la precipitación pluvial en las distintas zonas por las que se tiene previsto el trazado de las alternativas, complementándose con trabajos de campo para el reconocimiento de la zona y la determinación de las características geológicas, geográficas y topográficas de la zona donde se emplace cada alternativa.

Apoyados en mapas, cartas topográficas y planos de restitución que serán obtenidos del Instituto Geográfico Nacional, se procederá al análisis y delimitación de la cuenca de aportación en cada tramo de las distintas alternativas de trazado, con la finalidad de establecer los límites del estudio, y proceder a obtener la información de los registros históricos de precipitación pluvial en las ciudades de San José y Heredia, complementando la investigación con los datos obtenidos en las estaciones pluviométricas que se localicen en la zona, determinación del tipo

de suelo, condiciones en las que se presenta la absorción ó filtración, y que influyen directamente en el tiempo de concentración, inundación y drenaje de la zona.

El objetivo será analizar y determinar crecientes de diseño asignadas a diferentes periodos de retorno y principalmente calcular los respectivos caudales máximos instantáneos, con el fin de que los diseños preliminares de determinación de la altura de la rasante y la construcción de las obras hidráulicas en general, consideren los caudales mencionados y las dimensiones y áreas hidráulicas mínimas y así se garantice la correcta operación del drenaje pluvial de la vía; adicionalmente se hará el dimensionamiento de las estructuras requeridas para salvar los claros donde se encuentran ubicados los ríos Virilla, Bermúdez, Torres, Pirro, y las quebradas Rivera y Gertrudis, y otros que discurren casi en forma perpendicular a los trazados de las alternativas.

Con los resultados obtenidos, se procederá a determinar los puntos más favorables donde deban localizarse las obras de drenaje, la orientación (esviaje) de las mismas, las pendientes mínimas de arrastre hidráulico, la rasante mínima que habrá de establecerse en los proyectos de altimetría para garantizar los colchones mínimos y escurrimiento superficial longitudinal, y la inclusión de las obras que permitan la protección ante las corrientes comunes de los afluentes mencionados anteriormente.

En lo que respecta al diseño preliminar en los cruces con ríos y cauces, se efectuarán estudios topohidráulicos para determinar el nivel de aguas máximo instantáneo asignado a diferentes periodos de retorno, las características del flujo, la determinación de las condiciones topográficas en un radio de influencia de 400 metros, 200 metros aguas arriba y aguas abajo a partir del eje de proyecto, y el seccionamiento topográfico para delimitar las márgenes de los cauces y de los ríos.

Con lo anterior concluido, podrá determinarse el ángulo de esviaje, longitud de claro del puente para salvar el obstáculo, recomendaciones para la protección en los enfoques, y el revestimiento de taludes para evitar la erosión, que en conjunto servirán para la determinación de la rasante mínima en el proyecto de altimetría en la zona del cruce, y la solución en el diseño estructural de los puentes vehiculares, que garanticen contar con el área hidráulica mínima para permitir el libre flujo del caudal máximo instantáneo calculado en cada caso.

Para lograr soluciones óptimas y de bajo costo, los diseños serán analizados en forma integral, realizándose revisiones cruzadas entre los especialistas y profesionales encargados de realizar los estudios hidráulicos, estudios de mecánica de suelos, de impacto ambiental, diseño geométrico y diseño estructural. Las revisiones cruzadas consistirán en la implementación de las premisas establecidas dentro del control de calidad interno que el Consorcio

llevará a cabo durante la realización de los trabajos, proceso con el que se pretende obtener que la información y las soluciones propuestas sean factibles de aplicar en cada especialidad de proyecto, cumpliendo con los parámetros de diseño y especificaciones particulares para vías de este tipo.

Se harán diseños preliminares de los cruces menores con alcantarillas de cajón o tubería y se dimensionarán los puentes mayores, proponiendo diversas alternativas de acuerdo con el sitio, los resultados de los estudios de suelos y el tamaño de las obras previstas; entre las soluciones posibles estarán los puentes de concreto, puentes metálicos, las bóvedas de tubería corrugada o prefabricadas de concreto.

#### **4.7. PLAN DE ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**

##### **4.7.1. POLIGONAL BÁSICA DE AMARRE**

Con el fin de ligar los trabajos topográficos a un sistema de coordenadas y alturas conocidas, se levantará una poligonal arrancando de dos puntos fijos, con coordenadas y cotas certificadas por el Instituto Geográfico Nacional. Un lado de esta poligonal, será el eje de la alternativa seleccionada. Dada la longitud del corredor en estudio, se recomienda hacer anillos de la poligonal cerrados y ajustados que no excedan los 3 km de longitud. Para ello el error de cierre de estos anillos no debe exceder de 1:10.000.

Dichas poligonales se materializarán en el terreno con puntos inamovibles (andenes, sardineles, mojones de concreto) para su posterior relocalización.

##### **4.7.2. LEVANTAMIENTO DE DETALLES**

Con la poligonal básica ajustada y verificada, se procederá a tomar los detalles mediante radiación topográfica, utilizando estaciones totales o equipos similares, levantando con exactitud en la zona urbana del área en estudio entre otros, los siguientes detalles :

- Cámaras de teléfonos
- Cajas de energía
- Pozos de alcantarillado
- Válvulas de acueducto
- Válvulas de gas
- Hidrantes
- Semáforos
- Cabinas telefónicas
- Armarios de teléfonos

- Sumideros (de rejilla o de entrada lateral)
- Postes (energía, teléfonos, alumbrado, alta tensión)
- Cercas
- Cerramientos (especificar el tipo: cerca de alambre, malla, aluminio)
- Árboles
- Canales
- Construcciones

#### 4.7.3. LOCALIZACIÓN DE EJES

El origen del cadenamamiento (km0+000) se debe materializar por medio de un mojón de concreto. De esta manera se referenciarán el origen, el punto final y puntos intermedios Intervisibles, mínimo con cuatro referencias en mojonos de concreto, teniendo en cuenta:

- No se colocarán referencias cortas
- No se colocarán referencias cuando formen ángulos muy agudos
- No se colocarán referencias sobre estacas
- Se colocarán referencias con tachuelas o puntillas de acero, sobre sardineles o andenes; en zonas donde no existan sardineles o andenes las referencias se amojonarán en concreto

Se localizará el eje a cada 20 metros en tramo recto y cada 10 metros en curva, además se localizarán el PC, PT y demás elementos de las curvas horizontales.

#### 4.7.4. NIVELACIÓN DE EJES

- Las nivelaciones deben estar ligadas a cotas reales de puntos certificados por Instituto Geográfico Nacional
- Deberá nivelarse el eje localizado
- Para garantizar dicha nivelación se deberán colocar BM's en mojonos de concreto, cada 500 metros.
- Para garantizar la exactitud de la nivelación, se deberán efectuar contra-nivelaciones cada 2 Km., repasando todos los cambios de nivelación utilizados.

#### **4.7.5. SECCIONES TRANSVERSALES**

- Las secciones transversales deberán ser tomadas con nivel de precisión o estación total, cubriendo un corredor lo suficientemente ancho para alojar la solución vial planteada (en general 30 metros a cada lado del eje).
- Se tomarán secciones transversales cada 20 metros a lo largo del eje replanteado, y donde se requiera por existir un accidente topográfico relevante.
- Se ampliará la densidad de la información de secciones y su longitud en los sitios donde se tengan previstos intercambiadores de tráfico, con el fin de cubrir toda el área prevista en el prediseño de cada sitio sobre los planos de restitución fotogramétrica.

#### **4.7.6. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTUDIOS HIDROLÓGICOS**

En los cursos importantes de agua, para la alternativa seleccionada, se tomarán secciones transversales sobre la corriente en el sitio del cruce, cuatro secciones transversales aguas arriba y cuatro secciones transversales aguas abajo, separadas entre sí 50 metros.

Esto es válido en un principio para las siguientes corrientes de agua:

- Río Torres
- Quebrada Rivera
- Río Virilla
- Río Bermúdez
- Río Pirro
- Quebrada Gertrudis

Una vez localizado el eje de la alternativa seleccionada, se hará un recorrido de campo para evaluar los drenajes naturales a los cuales se deberán dirigir las escorrentías de las alcantarillas y de las cunetas longitudinales.

### **4.8. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS**

#### **4.8.1. PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO**

Para poder seleccionar el tipo de cimentación más apropiado para cada estructura, definir los parámetros geotécnicos necesarios para su diseño preliminar y formular las recomendaciones constructivas se llevarán a cabo la siguiente metodología:

- La perforación de 20 m de profundidad en los apoyos de los puentes viales y peatonales. Se estima que se realizarán aproximadamente 15 sondeos
- Ejecución de perforaciones de longitud máxima 20 m o apiques en los sitios donde se proyecta la construcción de muros de contención y otros elementos estructurales; el tipo y profundidad de exploración por realizar en cada sitio se definirá una vez se conozcan las características de las estructuras. Se estima que se realizarán aproximadamente 5 exploraciones de este tipo
  - Obtención de muestras de suelo en cada una de las exploraciones
  - La ejecución de ensayos de laboratorio sobre muestras representativas de los diferentes tipos de materiales del subsuelo encontrados en las exploraciones
  - La realización de análisis de ingeniería para evaluar las condiciones de los suelos en los sitios de las cimentaciones y la posterior definición de los parámetros geotécnicos para el diseño preliminar de las mismas, con base en los resultados de las exploraciones y los ensayos de laboratorio
  - La formulación de recomendaciones geotécnicas para las operaciones de construcción de las cimentaciones de las estructuras proyectadas
  - La preparación de un informe geotécnico del estudio que incluya conclusiones y recomendaciones para el diseño y la construcción de las cimentaciones

Las perforaciones serán realizadas bajo la supervisión de un Ingeniero que será responsable de clasificar los suelos localizados, elaborando un registro continuo de las perforaciones que muestre la secuencia de materiales y la ubicación periódica de la posición del nivel freático. En forma simultánea se obtendrán muestras de los diferentes suelos presentes.

Los sondeos serán perforados utilizando métodos de percusión y lavado y de rotación. En todas las perforaciones se realizará el ensayo de penetración estándar (SPT) a intervalos regulares recuperando muestras con el tomamuestras de cuchara partida (split spoon) de acuerdo con el método ASTM D-1586. Adicionalmente, se realizarán ensayos de resistencia al corte no drenada con la veleta de campo sobre suelos cohesivos y se tomarán muestras inalteradas de los mismos suelos con tomamuestras de pared delgada (tubo shelby) donde la dureza de los suelos cohesivos lo permita.

De las muestras recuperadas de las exploraciones, se seleccionarán las más representativas para ejecutar ensayos de laboratorio. Se realizarán en general ensayos para determinar las propiedades índice de los suelos; adicionalmente, sobre las muestras en tubo Shelby que se logre recuperar, se realizarán ensayos de compresión confinada y peso unitario.

Con los resultados de los ensayos de laboratorio, en combinación con los resultados de los ensayos de campo (SPT y veleta si es el caso) se podrán obtener los parámetros de resistencia de los suelos de cimentación;

adicionalmente, se podrá evaluar la compresibilidad en el caso de la presencia de suelos cohesivos, que es posible que aparezcan en cercanías de San José.

#### 4.8.2. PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS

##### a) Pavimentos Nuevos.

El presente Estudio considera dentro de sus alcances, el diseño de la estructura adecuada de pavimento para cada tramo donde las condiciones de soporte o de los materiales utilizados para la estructuración de la capa de pavimento, presenten características diferentes. De igual manera, considera el diseño de mejoramientos o estabilizaciones para subrasantes blandas o alguna otra problemáticas que llegue a presentarse en el desarrollo del estudio, así como la selección de fuentes de materiales para la construcción de las diferentes capas de la estructura.

El desarrollo de este estudio de pavimentos nuevos incluirá la realización de las siguientes actividades:

- Estudio de Suelos para el Diseño de Pavimentos.

Para la investigación de los suelos de subrasante, se elaborará un programa general de exploraciones que consistirá en la excavación de apiques y barrenos manuales, los cuales se excavarán hasta una profundidad tal que los esfuerzos inducidos por las cargas del tránsito sean despreciables. En general, se consideran adecuadas profundidades máximas de exploración del orden de 2.0 metros. Los sitios de exploración serán localizados con base en una sectorización inicial de la vía que se realizará en el campo de acuerdo con las condiciones geomorfológicas observadas en la zona del proyecto. En general, se considera adecuado localizar las exploraciones a cada 500 metros en promedio.

Las exploraciones serán ejecutadas bajo la supervisión de un ingeniero quien clasificará los suelos encontrados, mantendrá un registro continuo en donde se describirán las características visuales, los espesores de los materiales encontrados y la posición del nivel freático, y seleccionará muestras representativas de suelo para ensayos de laboratorio.

Durante la ejecución de los apiques y barrenos se llevarán a cabo ensayos "in situ" con el fin de investigar la capacidad de soporte de los materiales encontrados y la resistencia al corte de los suelos cohesivos de subrasante. Para investigar la capacidad de soporte correspondiente a las condiciones "in situ" de los materiales, se ejecutarán ensayos continuos de penetración con el equipo de cono dinámico DCP en al menos el 75 % de las exploraciones planeadas, ensayo que permite estimar con bastante aproximación el valor de la capacidad de soporte CBR "in situ". Los resultados de este ensayo serán comparados con los resultados obtenidos de ensayos de penetración CBR efectuados en el laboratorio

sobre algunas muestras inalteradas de subrasante. Para determinar la resistencia al corte de los suelos cohesivos se realizarán ensayos con veleta de campo.

- Diseño de las Estructuras de Pavimento.

Con base en los resultados de exploraciones de campo, se realizará una sectorización de la vía por tramos homogéneos y se definirán para cada uno de estos tramos los parámetros elásticos de la subrasante con base en correlaciones con el CBR.

Para el dimensionamiento de las estructuras, se propone como método básico de diseño el AASHTO/93, tanto para pavimentos asfálticos como pavimentos rígidos. Como comprobación de los resultados que se obtengan con este método en pavimentos asfálticos, se elaborarán algunos modelos elásticos siguiendo los lineamientos de la metodología de Shell/78; en pavimentos rígidos, se pretende realizar comprobaciones con la metodología PCA/84, si es posible disponer de pesajes detallados de vehículos.

El ejercicio de diseño de pavimento contemplará no solamente la alternativa de estructuras completas para todo el período de diseño que requieran solamente labores de mantenimiento durante la operación, sino también la posibilidad de construir estructuras por etapas, colocando refuerzos en diferentes épocas del proyecto. El planteamiento de estas diferentes alternativas técnicas de construcción permitirá enriquecer los análisis económicos del proyecto.

- Comparación de los Diferentes Tipos de Pavimento.

Desde el punto de vista geotécnico, se hará una comparación entre los dos tipos de pavimento, flexible o rígido, teniendo en cuenta las características físicas, climatológicas y magnitud y repetición de cargas, para finalmente dar una recomendación sobre el tipo de pavimento preferible para el proyecto, desde el punto de vista geotécnico.

- Situaciones Especiales de Subrasante.

Si se detectan situaciones especiales (suelos especialmente blandos, altamente orgánicos o expansivos), se planearán estudios detallados para su caracterización y delimitación, los cuales permitirán estudiar, recomendar y diseñar las soluciones de reemplazo o estabilización más apropiadas.

- Empleo de Capas Estabilizadas.

Si en la zona del proyecto no hay disponibilidad suficiente de materiales granulares de primera calidad o los acarrees de estos son muy grandes, se estudiarán alternativas de estabilización de materiales de menor calidad con

cemento, cal, asfalto, aditivos químicos u otros; se adelantarán los estudios técnicos y análisis económicos que permita la elección de alguna de las alternativas planteadas.

*b) Rehabilitación de Pavimentos Existentes.*

En caso de que la alternativa finalmente seleccionada incluya la incorporación al proyecto de algún pavimento existente, éste se evaluará para definir las reparaciones y refuerzos necesarios. El desarrollo de este estudio incluirá la realización de las siguientes actividades, las cuales se agrupan en tres etapas:

**Etapas:**  
Etapa 1: Evaluación Inicial de Pavimentos Existentes.

El objetivo de esta etapa es evaluar la posibilidad de adecuar estructuralmente el pavimento para incorporarlo al nuevo proyecto. Las actividades por desarrollar en esta etapa son las siguientes:

- Reconocimiento inicial. El especialista de pavimentos del proyecto realizará un reconocimiento inicial del pavimento existente para observar las características y el estado general del mismo.
- Ejecución de algunos apiques. Se ejecutarán algunos apiques en sitios escogidos por el especialista durante el reconocimiento inicial, cuyo objetivo es observar en forma general la estructura del pavimento y las condiciones de subrasante.
- Evaluación inicial. Con base en los resultados de las dos actividades anteriores, se determinará si el pavimento en estudio es posiblemente apto para incorporarlo al proyecto, caso en el cual se seguiría con la etapa 2, o si debe descartarse por su mal estado general o marcada insuficiencia estructural, caso en el cual terminaría la evaluación con la recomendación de demolición del pavimento existente.

**Etapas:**  
Etapa 2: Evaluación Detallada de Pavimentos Existentes.

Una vez determinado mediante la etapa 1 que un pavimento es posiblemente apto para incorporarlo al proyecto mediante la adecuación de su estructura, el objetivo de esta etapa 2 es la evaluación detallada del pavimento existente con el fin de obtener la información necesaria para el diseño de la adecuación estructural (reparación y refuerzo) que se requiera.

Las actividades por desarrollar en esta etapa son las siguientes:

- Evaluación Superficial de la Calzada Existente.

Para la evaluación superficial de la calzada existente, tanto en pavimentos flexibles como rígidos, se empleará la metodología del índice de condición del pavimento o PCI (Pavement Condition Index), desarrollada por el U.S. Army Corps

of Engineers. Esta metodología permite calificar un pavimento entre 0 (pavimento completamente fallado) a 100 (pavimento en perfecto estado) con base en la identificación del tipo de daño, severidad del mismo y cantidad en que se presenta. En forma simultánea el MOPT efectuará la evaluación superficial, utilizando para ello la metodología que habitualmente maneja.

Para la aplicación de esta metodología, el pavimento existente se dividirá en sectores de igual área (unos 230 a 320 m<sup>2</sup>), se numerarán los sectores y se hará un levantamiento detallado de algunos de ellos seleccionados al azar (un 20% de los sectores), lo cual permite obtener un suficiente grado de confiabilidad en la determinación del índice de estado de la vía (PCI) al nivel requerido por el proyecto (diseño preliminar).

Adicionalmente a la evaluación del propio pavimento, se revisarán los sistemas y dispositivos existentes de drenaje superficial y subsuperficial, evaluando la efectividad o deficiencia en su funcionamiento, y se relacionarán las zonas húmedas o de drenaje deficiente. Así mismo, se evaluarán las condiciones físicas del terreno por donde pasa la vía, tales como topografía (zonas de cortes y terraplenes, pendientes transversales, excavaciones cercanas, etc.), geología (fenómenos de inestabilidad, flujos de agua, etc.) y suelos (usos de la tierra, manejo del agua en los cultivos, elementos de contención, arborización, etc.)

- Medición de las Características Deflectométricas.

Las vías de pavimento flexible por rehabilitar serán sometidas a una evaluación deflectométrica en el carril más deteriorado, cada 50 metros en la huella externa y cada 500 metros sobre ambas huellas; cada 500 metros se tomarán también lecturas de temperatura ambiente y temperatura de la capa asfáltica, para hacer luego las correcciones necesarias.

La información de esta evaluación será procesada mediante programas de computador con el fin de obtener los perfiles de deflexiones y radios de curvatura, sectorizar la vía por tramos de comportamiento elástico homogéneo y obtener las deflexiones características para cada tramo.

La deflectometría no será utilizada en general en el caso de pavimentos rígidos. Sin embargo, en tramos donde la evaluación visual indique la posibilidad de que las losas existentes estén mal apoyadas y haya huecos debajo de las mismas con el consiguiente riesgo grave de fractura, se podría usar la deflectometría para confirmar las condiciones de apoyo.

- Investigaciones de Campo.

Para la investigación de la estructura de pavimento existente, se elaborará un programa general de exploraciones que consistirá en la excavación de apiques y barrenos manuales cada 500 m en promedio, los cuales se excavarán hasta una profundidad tal que los esfuerzos inducidos por las cargas del tránsito sean

despreciables. En general, se consideran adecuadas profundidades máximas de exploración del orden de 1.5 m. Los sitios de exploración serán localizados con base en una sectorización inicial de la vía realizada con base en los resultados de la inspección visual y de las mediciones deflectométricas.

Las exploraciones serán ejecutadas bajo la supervisión de un ingeniero quien clasificará los suelos encontrados, mantendrá un registro continuo en donde se describirán las características visuales, los espesores de los materiales encontrados y la posición del nivel freático, y seleccionará muestras representativas de suelo para ensayos de laboratorio.

Durante la ejecución de los apiques y barrenos se llevarán a cabo ensayos "in situ" con el fin de investigar la capacidad de soporte de los materiales encontrados y la resistencia al corte de los suelos cohesivos de subrasante. Para investigar la capacidad de soporte correspondiente a las condiciones "in situ" de los materiales, se ejecutarán ensayos continuos de penetración con el equipo de cono dinámico DCP en al menos el 75 % de las exploraciones planeadas, tanto en las capas granulares (si no hay abundancia de fragmentos de tamaño mayor de 5 cm) como en la subrasante, ensayo que permite estimar con bastante aproximación el valor de la capacidad de soporte CBR "in situ". Los resultados de este ensayo serán comparados con los resultados obtenidos de ensayos de penetración CBR efectuados en el laboratorio sobre algunas muestras inalteradas de subrasante. Para determinar la resistencia al corte de los suelos cohesivos de subrasante se realizarán ensayos con veleta de campo.

### Etapa 3: Diseño de la Adecuación Estructural de Pavimentos Existentes.

Para el diseño de los refuerzos de pavimentos, se empleará la metodología AASHTO/93, la cual se basa en el conocimiento del módulo dinámico de la subrasante, obtenido de la evaluación deflectométrica y los ensayos de CBR, la composición de la estructura actual del pavimento, obtenida de los apiques y ensayos de laboratorio, y la capacidad estructural residual del pavimento existente, obtenida de los ensayos deflectométricos.

Para los casos en que se observe un avanzado estado de deterioro de las carpetas existentes, se estudiarán las alternativas de mezclas abiertas que eviten la reflexión de grietas o el reciclaje de carpetas muy deterioradas; en todos los casos, se adelantarán evaluaciones técnicas y económicas que justifiquen las alternativas seleccionadas y se presentarán las secciones transversales típicas de cada alternativa de rehabilitación. Así mismo, se determinará la secuencia en que debe realizarse los trabajos de rehabilitación.

### **4.8.3. FUENTES DE MATERIALES**

Se estudiarán los posibles sitios de fuentes de materiales a partir de las fuentes actualmente con licencia de explotación, por medio de investigaciones de

información existente y reconocimientos detallados de campo. Inicialmente se hará una preselección de las posibles fuentes de materiales aptas para el proyecto y para aquellas que resulten más atractivas por la cantidad, calidad y ubicación con respecto al proyecto, se adelantarán estudios más detallados mediante la toma de muestras representativas, las cuales serán sometidas a ensayos de clasificación y calidad.

El informe sobre el estudio de fuentes de materiales se complementará con la siguiente información básica: localización de las fuentes seleccionadas, accesos, propiedad, situación legal, disponibilidad de servicios, estimativo de volúmenes de material utilizable y descapote, procedimiento y sistema de explotación y producción, recomendaciones sobre su uso, plan general de utilización, memorias de cálculo y acarreos.

El programa de utilización se condensará en un gráfico titulado "Plan de Utilización de Fuentes de Materiales y Acarreos", en el que se incluirá la clasificación (sistemas USC y AASHTO), utilización, volumen disponible y resultados de los ensayos más representativos, tales como desgaste, solidez, gradación, límites, equivalente de arena, adherencia, etc.

#### **4.9. ESTUDIO AMBIENTAL**

Metodológicamente, los estudios ambientales, tanto en la Fase I. Viabilidad Ambiental, como en la Fase II. Impacto Ambiental, se realizarán mediante la aplicación de las técnicas de la planificación estratégica y la planificación operacional del área sometida a estudio.

La Planificación Estratégica está destinada a determinar los objetivos generales del desarrollo, las políticas y las estrategias que guiarán los aspectos ambientales relativos a las inversiones, el uso y el ordenamiento de los recursos. Por su parte, la planificación operacional constituye la concreción de la planificación estratégica en programas de acción.

En la práctica, el resultado de este proceso constituye las medidas de mitigación ambiental, que deberán ser implementadas por las instituciones del Estado y el concesionario.

##### **4.9.1. FASE I. VIABILIDAD AMBIENTAL**

Esta fase es de carácter general y por lo tanto, se basa en información disponible y estudios realizados previamente, apoyado con inspecciones de campo por parte de los profesionales. Por lo tanto, en esta fase no se efectúan mapeos ni reportes específicos de cada una de las variables analizadas. Asimismo, tampoco se aplicarán encuestas y únicamente se tomará el parecer mediante entrevistas, a personas claves que puedan representar los diferentes

grupos interesados. La viabilidad ambiental de las alternativas se utiliza el siguiente método de trabajo:

1. Investigación bibliográfica
2. Interpretación fotogramétrica
3. Investigación de campo
4. Análisis de información

La componente más importante de esta fase, lo constituye el análisis de las diferentes alternativas de trazado, en términos de la viabilidad ambiental, mediante el instrumental analítico adecuado.

Para estos efectos, la viabilidad ambiental se subdivide en cuatro variables:

- ✓ Físico-biótico
- ✓ Social
- ✓ Económico
- ✓ Cultural

En cada uno de estos aspectos, se definen los elementos que pueden ser impactados por las diferentes alternativas de trazado del proyecto, asignándole un código numérico de acuerdo a la siguiente estructura:

- ✓ **Dirección del impacto:** Se indica mediante el signo (+) ó (-), si el impacto es positivo o negativo sobre los recursos en cada variable.
- ✓ **Intensidad del impacto:** Se indica mediante el valor absoluto en una escala de 1 a 3 puntos, que establece si el impacto es de baja intensidad (1 punto), media intensidad (2 puntos) o alta intensidad (3 puntos). En algunos casos, si el proyecto no tuviera ningún tipo de impactos, se indica con el valor cero.

Esta metodología se traduce en cuatro matrices de análisis y un cuadro resumen, que contendrán toda la información derivada del análisis realizado en el ámbito ambiental.

#### 4.9.2. FASE II. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental (EslA) se desarrolla a través de cuatro partes, cada una de las cuales cuenta con su propia metodología.

Fase I. Investigación: Consiste en recopilar toda la información posible a través de diferentes fuentes, como son:

- ✓ Bibliografía existente y vigente
- ✓ Trabajo de campo
- ✓ Diseños del proyecto

Fase II. Diagnóstico: Conocidas las condiciones del proyecto y el medio ambiente, se elabora un diagnóstico de las condiciones esperadas ante la eventual interacción de ambos sistemas (medio y proyecto).

Fase III. Evaluación de Impactos Ambientales (EIA): Con base en el diagnóstico generado en la fase anterior, los resultados son objeto de una evaluación técnica para corroborar los resultados y escenarios esperados de la interacción de ambos sistemas para determinar los posibles impactos (positivos y/o negativos) de la alternativa seleccionada sobre los componentes del medio ambiente.

El procedimiento metodológico de evaluación de impactos ambientales utilizado por DEPPAT para este tipo de proyectos, parte de la construcción de matrices de comparación entre las unidades físicas, las actividades, los recursos naturales y los elementos del medio socioeconómico y cultural. Para la construcción de las matrices de la EIA, se consideran los siguientes criterios:

- ✓ En las columnas se definen los componentes de los sistemas.
- ✓ En las filas, se definen los componentes del proyecto (componentes físicos y actividades).
- ✓ En la celda (columna, fila), se indica con un código de relación entre los componentes.
- ✓ El código que se indica en cada casilla, se refiere a las siguientes relaciones del impacto.

**Magnitud del impacto:** Establece una cuantificación del impacto de cada componente del proyecto sobre todos los elementos y condiciones ambientales.

**Dirección del impacto:** Indica si se trata de una incidencia positiva o negativa sobre el ambiente.

**Vinculación del cambio:** Indica cómo se vincula el impacto sobre el ambiente en términos de su permanencia, reversibilidad y necesidad.

## 4.10. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE CADA TRAMO

### 4.10.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El personal técnico especializado del Consorcio implementará los sistemas para recabar la información necesaria para recopilar la información que le permita evaluar el comportamiento del tráfico actual y futuro de la vía, a los efectos de establecer la capacidad y el diseño óptimo de la misma, en función a los niveles de servicio establecidos dentro del horizonte de diseño establecido por el CNC.

#### **4.10.2. INFORMACIÓN URBANÍSTICA**

El consultor recopilará la información urbana vigente en las oficinas de planeación de los municipios afectados. Se analizarán con mayor énfasis las zonas aledañas al eje de proyecto, profundizando en la determinación de interferencias con el uso de suelo reglamentado, desarrollos urbanísticos en proceso, previstos a futuro y la situación relativa entre la superficie de afectación y el uso de suelo reglamentado.

Una vez que la alternativa de trazo definitivo, sea aprobada por escrito por el CNC y el MOPT, el Consorcio propondrá la solución para su integración con el plan de ordenamiento urbano específico. Es importante hacer énfasis que la labor del Consultor requiere del apoyo y de la aprobación de las autoridades del CNC, y no podrá cumplirse sin la participación decidida del personal del mismo, quien deberá intervenir en la consecución de pronunciamientos favorables en plazos breves. De no contar con este apoyo, las consecuencias por el tiempo invertido en la omisión o posposición de un pronunciamiento en tiempo, no deberá contabilizarse con cargo al Consultor.

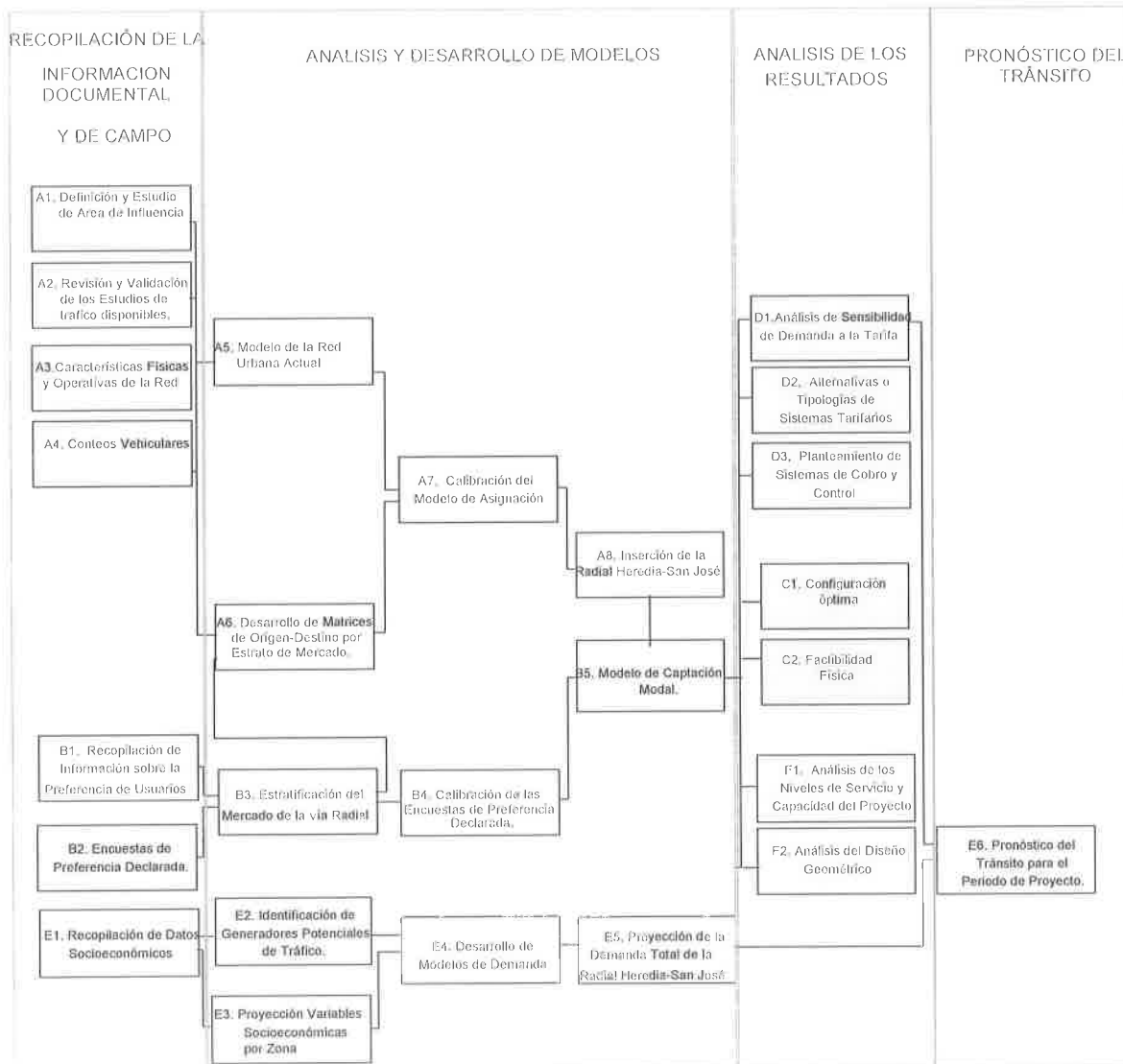
#### **4.10.3. ANÁLISIS DE TRÁFICO**

La metodología propuesta ha sido desarrollada por el Consultor y se presenta de manera secuencial, a los efectos de que presente una organización congruente con el desarrollo del proceso. La estructura se desarrollo a manera de lograr un mejor entendimiento de los procesos a seguir, realizando una separación entre las diferentes áreas involucradas. De esta manera, los temas de aspectos socioeconómicos, estudios de tráfico y estudios de alternativas, se agrupan en la presente metodología, la que a su vez se subdivide de la manera mostrada en el cuadro siguiente:

Metodología para el Análisis del Tráfico.

FASE	AREA	TAREA PROPUESTA
A. Recopilación de Información Documental y de Campo	A. Análisis de las características físicas y operativas de la oferta de transporte.	A1. Definición y estudio del área de Influencia. A2. Revisión y validación de los estudios de tráfico disponibles. A3. Características físicas y operativas de la red. A4. Conteos vehiculares.
	B. Análisis de las preferencias de los usuarios.	B1. Recopilación de información sobre las preferencias de los usuarios. B2. Encuestas de preferencia declarada.
	C. Análisis de la información socioeconómica.	C1. Recopilación de datos socioeconómicos.
B. Análisis y Desarrollo de Modelos	A. Análisis de las características físicas y operativas de la oferta de transporte	A5. Modelo de la red carretera actual, A6. Desarrollo de matrices de origen-destino por estrato de mercado. A7. Calibración del modelo de asignación. A8. Inserción de la nueva vialidad
	B. Análisis de las preferencias de los usuarios.	B3. Estratificación del mercado de la autopista. B4. Calibración de las encuestas de preferencia declarada. B5. Modelo de captación modal.
	C. Análisis de la información socioeconómica.	C2. Identificación de generadores potenciales de tráfico. C3. Proyección de variables socioeconómicas por zonas. C4. Desarrollo de modelos de demanda. C5. Proyección de la demanda total del corredor.
C. Resultados de Asignación y Análisis de Alternativas	D. Resultados escenario base.	D1. Análisis de sensibilidad de la demanda a la tarifa. D2. Alternativas o tipologías de sistemas tarifarios. D3. Planeamiento de sistemas de cobro y control.
	E. Análisis de alternativas de trazado	E1. Configuración óptima. E2. Factibilidad física.
	F. Diseño geométrico.	F1. Análisis de los niveles de servicio y capacidad. F2. Análisis del diseño geométrico.

Cada tarea de las mencionadas dentro del cuadro anterior, ha sido dividida en subtareas para permitir integrar una metodología sólida, tal y como se muestra en el siguiente esquema:



*Metodología de Ingeniería de Tránsito para la Nueva Radial  
Heredia – San José, Costa Rica.*

Los numerales siguientes describen el proceso metodológico propuesto para el desarrollo del estudio. Para su mejor entendimiento, se ha organizado por fases del estudio, listando las actividades básicas mostradas anteriormente.

## **Tarea A. Definición del Mercado Potencial**

Esta tarea tiene como objetivo determinar cuáles son los usuarios del sistema de transporte que se beneficiarían, en términos de tiempo de viaje, con la construcción de esta vialidad. Su ejecución es compleja, debiéndose analizar con detalle cada uno de las componentes del sistema de transporte del área donde la vía será construida. Se puede considerar que el sistema está constituido por una demanda de transporte la cual es generada por un sistema de actividades, que es satisfecha por una oferta de estructura vial que opera bajo ciertas normas, proporcionando un determinado nivel de servicio. El análisis de cada uno de los componentes y de su integración permitirá conocer cuáles y cuántos son los usuarios potenciales de la vía en proyecto. Esta tarea se divide a su vez, en las descritas enseguida.

### *Actividad A1. Definición y Estudio de Area de Influencia*

Consistirá en determinar la zona de influencia de las alternativas de trazado de la Nueva Radial Heredia – San José, considerando sus funciones como alternativa de viaje de mayor velocidad, los cuales tendrán un impacto considerable sobre todo en el sistema de transporte de la ciudad y en la red vial, que estará conformada por la red vial primaria, incluyendo los accesos carreteros.

El Consultor estudiará en detalle la zona de influencia directa del proyecto, o sea, las áreas que colindarán con la nueva vía. Se pondrá especial énfasis en las zonas poblacionales con mayor densidad ya que éstas tendrán el mayor impacto en la operación de la nueva vía.

Una variable importante a ser tomada en cuenta en la definición del área de estudio y la zonificación, será la caracterización geográfica de la red vial de los dos municipios involucrados. La información a recopilar será:

- ✓  Uso del suelo, identificando los principales centros habitacionales, de consumo y de producción
- ✓  Tendencias y proyecciones demográficas
- ✓  Variables económicas del área de influencia del proyecto
- ✓  Proyecciones del ordenamiento urbano

Se estudiará adicionalmente el SIATGAM y el Plan Maestro de Desarrollo Urbano de San José y el de Heredia, de contar con dicha información, así como los planes de ordenamiento urbano de ambos municipios. En esta fase de trabajo, la recopilación de datos servirá al propósito de formar el escenario en el cual se insertará la nueva vía.

Como parte del análisis del área de estudio se identificará la zonificación más conveniente a emplear para este estudio. La zonificación se hará con la finalidad de dividir el área de estudio en zonas de tránsito para agregar los viajes en grupos

manejaables para fines de planeación. Con este proceso definiremos el grado de detalle con que se manejará la información de origen-destino, es decir, qué áreas se considerarán como un solo lugar de origen o destino. Se tomará como base la zonificación empleada por el SIATGAM, y se consolidará para obtener una división básica, una división por entidades municipales, una por zonas postales y otra por secciones o anillo geográficos, y se realizarán los cambios y ajustes que se consideren necesarios para este estudio.

#### *Actividad A2. Revisión y Validación de los Estudios de Tráfico disponibles*

Dado que existen diferentes estudios previos a nivel de "Planeación Estratégica" en el cual se han realizado diversos análisis de San José, El Consultor tomará como base los datos recopilados y la información generada por este estudio, por lo en esta etapa el trabajo estará orientado a validar y ajustar los datos existentes. Los datos relevantes para la estimación de tránsito en los puntos establecidos para los conteos vehiculares, serán empleados con objeto de optimizar la ejecución del estudio. Los datos a analizar son:

- ✓  Conteos Históricos (Aforos vehiculares)
- ✓  Encuestas de tráfico
- ✓  Factores de expansión, volúmenes de tráfico normal, generado, atraído y desviado
- ✓  Proyecciones del TPDA

#### *Actividad A3. Características Físicas y Operativas de la Red Vial*

Para el análisis de las características físicas de la red de transporte, se empleará el Sistema de Información Geográfica MAPTITUDE, para posteriormente ser exportada al modelo de transporte EMME/2. Se trabajará con los datos existentes de las características físicas y operativas de la red vial, analizando la información básica siguiente:

- ✓  Tipo de vía
- ✓  Longitud
- ✓  Estado de la vía (IRI)
- ✓  Sentidos de circulación
- ✓  Número de Carriles
- ✓  Velocidades de recorrido
- ✓  Análisis de capacidad y niveles de servicio

Esta información es básica para el desarrollo del estudio, por lo que se realizarán actividades de validación de información, consistiendo fundamentalmente en la realización de estudios de tiempos de recorrido en los principales ejes de acceso al área de influencia, utilizando el método del vehículo flotante durante las dos horas pico indicadas en los TDR y de conformidad con las



recomendaciones del Manual para Estudios de Tránsito del ITE. Este estudio se llevará a cabo en un máximo de 30 recorridos de ida y regreso, en una longitud máxima de 180 kilómetros de vías, durante las dos horas pico identificadas en el Estudio, y muy probablemente entre las 7:00 y 8:00 a.m. y entre las 17:00 y 19:00 p.m., a los efectos de estimar la velocidad media, tiempo de recorrido y demora media. Durante los recorridos se realizará un levantamiento visual de las principales características físicas de la vialidad con objeto de realizar la validación de la información existente.

#### *Actividad A4. Conteos Vehiculares*

Los conteos vehiculares serán utilizados para establecer el número de vehículos que circula por las vías en estudio y su variación a lo largo del día, de la semana, de los meses y de los últimos años. Los resultados de los conteos vehiculares nos permitirán garantizar que la demanda que actualmente utilizan las calles con las cuales competirá la nueva vía y aquellas que la alimentarán, esté bien representada en términos de número total de vehículos. Otro objetivo que deberá obtenerse será el conocimiento de la variación del tránsito a lo largo del tiempo, lo que permite determinar el tránsito representativo de un día promedio del año y analizar los periodos en que las condiciones de circulación son críticas, que corresponderán a los de mayor utilización de la nueva vía.

Para verificar el comportamiento del tránsito en los últimos años, se obtendrán los conteos vehiculares históricos disponibles y se recurrirá a información reciente de aforos con movimiento direccional y clasificación vehicular, con que cuenta el MOPT. Igualmente se recurrirá a la información levantada en el SIATGAM y en otras fuentes disponibles.

Los estudios de aforo se harán bajo condiciones normales de operación del tráfico, esto es, cuando la temporada escolar y comercial opere normalmente, en un máximo de cinco (5) puntos de la red vial ubicados en la carretera Tibás-Santo Domingo (Ruta No. 5), antes de entrar a los cuadrantes principales de San Juan de Tibás; en la Vía actual principal entre San José y Heredia (Ruta No. 3), al Norte de la intersección de La Valencia hacia Heredia; Entre Barreal y Heredia, en la salida de la Autopista General Cañas a esta ruta (Ruta No. 171), en un punto cercano al Colegio Catella; en la Carretera La Valencia – Santa Rosa – Santo Domingo, al Este de la intersección La Valencia; y en la Ruta No. 3, entre la intersección Pozuelo y Jardines del Recuerdo. La duración de las estaciones será por un periodo de dieciocho (18) horas, suficientes para captar al menos el 80% del tránsito total diario, con cortes a intervalos de 15.00 minutos. Realizándolos entre las 6:00 a.m. a las 24:00 p.m. Los resultados incluirán la composición vehicular y su distribución porcentual. El Consultor organizará un sistema de estaciones de conteo, maestra y secundarias, que permitan un estimado confiable.

#### *Actividad A5. Modelo de la Red Carretera en cada Horizonte de Planeación*

Basándose en el Plan de Ordenamiento Territorial, se desarrollarán modelos de la red vial para cada horizonte de planeación, considerando un horizonte total de 25 años. Se considerarán periodos de análisis cada 5 años hasta el horizonte de proyecto. La modelación y toda la información asociada a ella, se obtendrá para los periodos: 2006, 2011, 2016 y 2026. Se obtendrán resultados únicamente para los años indicados; la razón por la cual en el periodo final se espacia más el número de años es debido a la incertidumbre que se tiene con los pronósticos a horizontes tan lejanos, en donde resulta prácticamente impredecible el comportamiento de las diversas variables socioeconómicas, demográficas, de urbanismo, uso del suelo y de movilidad de los usuarios. Se hace énfasis en que si el CNC o el MOPT establece la necesidad del horizonte de planeación a 20 años, el Consultor no tendrá objeción en realizarlo, suprimiendo uno de los horizontes ofrecidos anteriormente.

Se recopilarán los planes para cambiar y mejorar el sistema de transporte del área de estudio. Será de especial relevancia la información sobre vías alimentadoras y competidoras para las que se planea una mejoría en sus condiciones de operación. Se tomarán en cuenta los cambios en la red de otros modos de transporte que pudieran influir en el tránsito de la nueva vía en estudio. Todos estos cambios se agregarán en el modelo del quinto año, de los escenarios u horizontes antes definidos.

Para cada escenario se desarrollarán modelos de la red vial, lo que implica definir, digitalizar e incluir para el modelaje, las vías primarias existentes y futuras que se relacionen con el ACC de San José y la de Heredia.

Como parte importante del análisis de la red de transporte en cada horizonte de planeación, se analizarán todos aquellos proyectos relacionados con el corredor que cuenten con diseño final, que puedan ser integrados como parte del ACC de San José y sus alimentadoras.

#### *Actividad A6. Desarrollo de Matrices de Origen-Destino por Estrato de Mercado*

Para representar la demanda, es necesario definir los patrones de viaje de los usuarios del sistema, a través de la recopilación y actualización de datos de anteriores estudios aplicados a los usuarios del sistema de transporte. Con estos datos, se generan las matrices de origen-destino que representan el intercambio de viajes entre los pares de zonas definidos para el estudio en el año base.



La información utilizada en este estudio acerca del origen, el destino y el motivo de viajes vehiculares será extraída de los resultados del SIATGAM, aplicadas en el año de 1989, y de las obtenidas de los distintos estudios realizados previamente.

Con base en lo anterior, el desarrollo de las matrices de origen-destino para este estudio, se obtendrá a partir del ajuste de las matrices disponibles por el "Método de Conteos", el cual es ampliamente utilizado en el mundo para la generación de matrices de origen-destino a partir de matrices resultado de estudios anteriores y/o de información socioeconómica y de análisis de aforo en puntos clave de la red de influencia. El Consultor ha aplicado esta técnica exitosamente en Perú, México y Colombia.

Los métodos de ajuste de matrices por conteos se han tornado atractivos pues permiten la obtención de resultados confiables sobre el origen y destino de los viajes, utilizando datos de información disponible. Esta metodología obedece a la necesidad de buscar métodos alternativos a la encuesta de origen-destino, motivados por los múltiples problemas que giran alrededor de éstas, tales como costos excesivos, tiempo demasiado largo y problemas severos de orden técnico relacionados principalmente con la confiabilidad estadística de los resultados, con la validez de los sistemas de muestreo, con los sistemas y métodos de zonificación, con información complementaria asociada a cada zona y con el tamaño de la muestra.

Los ajustes de matrices por conteos son en la actualidad una realidad utilizada y verificada en el ámbito mundial, a tal punto que se encuentran incorporados como parte de los paquetes de cómputo más importantes en el ámbito mundial; es el caso del EMME/2 (Canadiense), o el TRIPS (Británico). Esto en respuesta a las necesidades de los usuarios de estos programas, ya que el ajuste de matrices es una preocupación fundamental de casi la totalidad de los estudios de planeación de transporte.

De manera muy general, la explicación básica de esta metodología consiste en que los volúmenes vehiculares pueden ser interpretados como la combinación de dos elementos: una matriz de origen-destino y un patrón de selección de rutas por los viajeros de la red vial. Estos dos elementos pueden estar linealmente relacionados a los volúmenes de tráfico, pero bajo circunstancias normales, nunca habrá suficientes conteos para identificar una sola matriz como la única fuente de los flujos observados. Los conteos por si solos no son suficientes para estimar una matriz de O-D, es necesario contar con información adicional.

Heinz Speiss (1987) desarrolló una metodología, que posibilita la utilización de ajustes por conteos utilizando el paquete de cómputo EMME/2. El Algoritmo de Speiss se basa en el método del gradiente, que toma como base la matriz desarrollada a partir de encuestas de origen previas, en este caso la matriz origen-destino del SIATGAM y la ajusta a través de la reproducción de los volúmenes

vehiculares de la mejor forma posible. Este problema es resuelto con un enfoque de optimización, cuyo objetivo es minimizar la diferencia entre los volúmenes asignados y los observados.

Las matrices de origen–destino serán generadas por tipo de vehículo y tipo de usuario, así como grupo de producto que transportan.

El Consultor tomará en consideración de igual manera, el transporte de carga como un elemento de impacto en los estudios de transporte metropolitano, debido a su influencia en el resto de los vehículos y en general en todo el sistema de transporte. Los viajes del transporte de carga pueden dividirse en los siguientes dos tipos:

- ✓  Viajes Internos. Son aquellos con origen y destino en las zonas que conforman la ciudad. Generalmente realizan recorridos preestablecidos por los puntos de entrega y reparto de mercancías y bienes, en gran parte con recorridos fijos y puntos intermedios de parada en su ruta. Teniendo en cuenta las características de estos recorridos, se considera que un gran porcentaje será usuario potencial de la Nueva Radial Heredia - San José.
- ✓  Viajes Externos. Son aquellos viajes de mediano a largo itinerario que entran o salen de San José por cualquiera de sus accesos, y tienen como origen y/o destino alguna zona externa al área del estudio. Debido a las características de variante que tiene la nueva vía, son estos los que tienen mayor probabilidad de ser atraídos a ella, lo que es interesante para el ACC de San José, pues permite mejoría del flujo vehicular en las vías internas.

Dado lo anterior, se propone la realización de encuestas de origen – destino al transporte de carga en cada uno de los accesos al ACC de San José. En este estudio se recopilará la siguiente información: zona de origen, zona de destino, tipo de vehículo, tipo de carga y toneladas transportadas.

Es importante resaltar que de manera simultanea al desarrollo de los aforos vehiculares que permitan realizar la expansión de la muestra de encuestas obtenidas y observar la variación del comportamiento del tráfico, se aplicarán exclusivamente tres encuestas de origen – destino en tres puntos previamente establecidos que estarán ubicados en : La Ruta No. 5, carretera Tibás – Santo Domingo, se aplicará un número de encuestas cercano a las 700; en la Ruta No. 3, carretera Uruca – La Valencia – Heredia, donde se aplicarán cerca de 1000 encuestas; y finalmente, en la Ruta No. 171, carretera Barreal – Heredia, donde se levantará un promedio de 300 encuestas.

Las encuestas de origen – destino se realizarán un día entre semana y uno de fin de semana, durante 18 horas cada día, encuestando al menos al 50% del flujo vehicular que circule durante los periodos pico, en los dos sentidos de circulación. El formato de la encuesta a utilizar será presentado al MOPT con la suficiente

anticipación, para su correspondiente validación, antes de iniciar la aplicación de la misma.

#### *Actividad A. Calibración del Modelo de Asignación*

La calibración del modelo de asignación consiste en integrar el modelo de la red vial con la información disponible acerca de la demanda, reproduciendo las condiciones de circulación observadas en campo.

La calibración del modelo de asignación se realizará con el empleo del software en planeación de transporte urbano EMME/2, partiendo de la base del banco de datos del modelo calibrado en el estudio del SIATGAM.

Durante el proceso de calibración y ajuste, todos los viajes de las matrices son asignados a la red vial representada de acuerdo con las longitudes de viaje, tomando en cuenta las restricciones de capacidad de las vías, representadas por funciones de volumen - demora, que relacionan el uso de la red con el nivel de servicio que ofrece. Estas funciones expresan la variación de velocidad en los enlaces de la red en función de la relación entre el volumen de tránsito que por ellos circula y su capacidad. Se utilizará el método de asignación por equilibrio, que representa los efectos de la congestión sobre los tiempos de viaje, lo que tiene gran importancia en el caso de un modelo de la red de una ciudad como la de San José.

El modelo se considera calibrado cuando, al asignar la demanda a la red vial, se obtienen valores de tiempo y volúmenes similares a los resultados de los estudios de tiempos de recorridos y de los conteos realizados. Esta actividad es compleja e importante, pues se trata de reproducir el comportamiento del sistema utilizando modelos matemáticos.

Para llevar a cabo esta actividad, el Consultor cuenta con amplia experiencia y tecnología, ya que ha calibrado anteriormente modelos de planeación de transporte para el Área Metropolitana de la Ciudad de México, con casi 20 millones de habitantes, las ciudades de Puebla y Cuernavaca, con 2.5 y 1.0 millones respectivamente, Lima con 6.0 millones, la ciudad de Cali con 2.0 millones y Bogotá con 6 millones.

#### *Actividad A8. Inserción de la Nueva Vía*

Una vez garantizada la buena representación de la operación del sistema de transporte de la zona de influencia de la nueva vía, se añadirán a la red vial las alternativas de trazado de la Nueva Radial Heredia – San José. Se crearán los siguientes escenarios:

- ✓  Se analizarán cuáles y cuántos son los viajes que se benefician en términos de tiempo con la operación de la nueva vía. Serán considerados como usuarios

potenciales aquellos que tengan su tiempo y/o costo generalizado disminuidos con la apertura de la nueva vía.

- ✓  Se construirán, para cada escenario, matrices de tiempo y costo generalizado para las situaciones “con” y “sin” la operación de la nueva vía, que permitirán determinar los ahorros específicos para cada par de origen-destino. Además, se llevará a cabo un análisis de los pares origen-destino que contribuyen de forma más significativa al tránsito potencial, así como de las características de estos viajes.
- ✓  Se identificará e incorporará dentro de la red de modelación, las diversas alternativas de trazo considerados dentro de los TDR por el CNC.
- ✓  La modelación de la nueva vía se realizará inicialmente incorporando las características totales de capacidad previstas para esta vía en cada tramo, dado que la vía se diseñará con los carriles necesarios y su concepción de diseño será la de su etapa final última. La factibilidad y prioridad de construcción por etapas del trazado definitivo de la Nueva Radial Heredia – San José, se determinará a partir de un análisis iterativo de asignación de la demanda en los diferentes periodos de análisis y cálculo de las capacidades y niveles de servicio.

### **Tarea B. Estimación de la Captación**

La estimación de la captación consiste en determinar para cada usuario del sistema de transporte, la probabilidad de utilizar la vía de proyecto. Esta probabilidad está relacionada con características del viaje tales como longitud, tiempo, peaje y con el criterio de decisión personal del usuario. El viaje se encuentra representado en el modelo de asignación. En esta etapa del estudio, se desarrollará un modelo que reproduzca el comportamiento del usuario. La etapa final consiste en la integración de estos modelos.

Para la estimación del tráfico que circulará por la Nueva Radial Heredia – San José, se analizará de manera tal que permita tomar decisiones sobre las características operativas que deberá tener este, tales como:

- ✓  Vía concesionada, lo cual involucraría el cobro del peaje sobre la vía
- ✓  Características físicas y geométricas de la vía
- ✓  Geometría de los accesos a la vía

#### *Actividad B1. Recopilación de Información de Preferencia de los Usuarios*

Para el caso del cobro de algún peaje, imprescindible si se pretende concesionar la obra, el valor del tiempo de los usuarios del sistema de transporte es un parámetro de fundamental importancia para estimar la disposición de los usuarios a pagar una tarifa a cambio de ahorros en tiempo, ofrecer mayor seguridad y confort. El comportamiento de los usuarios será analizado de acuerdo a cada modo de transporte: automóviles privados y camiones de carga.

---

### *Actividad B2. Encuestas de Preferencia Declarada*

La construcción de la Nueva Radial, ofrece a los usuarios del sistema de transporte, diversos beneficios tales como: reducción del tiempo de viaje, disminución de los costos de operación, mayor seguridad e incremento del confort, a cambio del posible pago de un peaje. Por este motivo, para determinar el flujo que utilizará la Nueva Radial, es importante evaluar el importe máximo que el usuario está dispuesto a pagar a cambio de estos beneficios, lo que se logrará mediante la aplicación de las encuestas de Preferencia Declarada.

Este tipo de encuesta consiste en la utilización de técnicas de mercadotecnia cuyo principal producto es un estimado del importe que los usuarios del sistema en análisis estarían dispuestos a pagar para ahorrar tiempo en sus viajes, o sea, un estimado de su valor del tiempo y el peso que le dan a las características como confort y seguridad que ofrecerá la nueva vía.

Estas encuestas se aplicarán en gasolineras y/o centros de producción y consumo, o en puntos donde se concentre un gran volumen vehicular cuyo número encuestado se determinará en función del tamaño de la muestra que resulte del análisis estadístico correspondiente, buscando caracterizar usuarios del sistema con los motivos de viaje más importantes, y que de manera preliminar se han estimado como mínimo en una muestra total que oscila en las 2000 encuestas aplicadas. El producto de estas encuestas permitirá calibrar el modelo de captación de la nueva vía y será muy importante en el análisis de la sensibilidad del usuario ante la tarifa.

La técnica de Preferencia Declarada ha sido utilizada por el Consultor para los pronósticos de tránsito en más de quince (15) autopistas urbanas, suburbanas y regionales en México a partir del año de 1993. Los resultados obtenidos con su aplicación han comprobado ser muy eficientes para este tipo de estudio, mejorando significativamente la calidad de los pronósticos de tránsito para vías de peaje. Por este motivo, el Consultor considera fundamental su aplicación para la estimación del valor del tiempo de los usuarios potenciales de la Nueva Radial Heredia – San José.

Finalmente, sobre el tema del valor del tiempo, es importante precisar que los propietarios de los vehículos de carga utilizan criterios diferentes para la toma de decisión en cuanto a la utilización de una vía de peaje, siendo generalmente el costo de operación la variable más significativa en su decisión. Por tanto, se realizará un análisis de los ahorros en costos de operación y tiempos de viaje, utilizando para ello el modelo HDIM-III, generado según la metodología del Banco Mundial.

---

### *Actividad B3. Estratificación del Mercado de Nueva Vía*

La aplicación de los modelos de captación modal deben tomar en cuenta que cada individuo tiene una evaluación personal de su tiempo. Sin embargo, desarrollar una función de utilidad para cada individuo resultaría sumamente complejo. En este sentido, es importante la agrupación de los usuarios del sistema de transporte por estratos de mercado, de acuerdo al tipo de vehículo, motivo de viaje y nivel socioeconómico. Se considera la hipótesis que personas de un mismo estrato tienen comportamientos similares en cuanto a la disponibilidad de pago del peaje de la vía. Los estratos serán definidos a partir del análisis de los datos de la encuesta de preferencia declarada.

### *Actividad B4. Calibración de las Encuestas de Preferencia Declarada*

La calibración de las encuestas de preferencia declarada es una actividad que consiste en determinar los coeficientes estadísticos de funciones de utilidad, de manera que se pueda reproducir la respuesta de los usuarios en cuanto a sus preferencias, en forma de ecuaciones. Las distintas ecuaciones se calibran para cada estrato del mercado, y cuando se aplican a un modelo del tipo Logit, relacionan las diferencias de tiempo, seguridad, confort y peaje pagado, utilizando la nueva vía o el camino alternativo, a la proporción de la demanda que está dispuesta a pagar por utilizar la vía en estudio. Los resultados de su aplicación son los porcentajes de asignación de la vía, para cada par origen-destino, de cada estrato del mercado. La fase de calibración de este modelo es de suma importancia, pues involucra no solamente un análisis de las estadísticas de los distintos modelos propuestos, sino que requiere sobre todo de un profundo conocimiento del mercado en que será aplicado y experiencia en el desarrollo de este tipo de modelos.

### *Actividad B5. Modelo de Captación Modal*

Una vez calibrado el modelo de asignación y definida la demanda potencial de la nueva vía, se pueden estimar con precisión sus ventajas (tiempo, seguridad, etc.) y desventajas, posiblemente tarifarias, con respecto a la competencia de rutas alternas sin peaje para cada par origen-destino. Aplicando estos parámetros a la ecuación de utilidad calibrada, para cada segmento del mercado de automovilistas, se definirá el porcentaje de la demanda del par origen-destino analizado que tomará la nueva ruta. De la sumatoria de todos los pares origen-destino, de todos los estratos que son asignados a la nueva vía, resulta el tránsito pronosticado para la configuración en estudio.

## **Tarea C. Definición Configuración Óptima de Intercambiadores**

Las tareas comprendidas en esta etapa, tienen por objetivo determinar cuál es la configuración de las intersecciones que favorecen más la captación del flujo vehicular hacia la Nueva Radial Heredia – San José, y la factibilidad física de la construcción de estas conexiones con las vialidades existentes.

Para el análisis de los intercambiadores, se desarrollarán las soluciones tanto en número como en funcionalidad, de acuerdo a la demanda de viajes y a su modelación a través del programa EMME/2. La ubicación y características físicas de los intercambiadores, se diseñarán para que sean congruentes con:

- ✓  Los volúmenes en las intersecciones
- ✓  La categoría de las vías interceptadas
- ✓  Las necesidades de retornos

### *Actividad C1. Configuración Óptima*

Se analizará la configuración de las intersecciones inicialmente propuestas. En caso que durante el proceso de modelación se identifiquen puntos adicionales con producción significativa de viajes que podrán utilizar la nueva vía, el Consultor propondrá una configuración alternativa de intersecciones, para la cual se estimará la captación, se analizará la operatividad del sistema y aplicando los modelos de asignación y captación modal desarrollados en las etapas anteriores para la configuración propuesta, se determinará el número de vehículos que entrarán o saldrán de la nueva vía por cada una de las intersecciones, lo que permitirá calcular el número de vehículos por tramo, en cada opción. Con este dato se calculará el número de vehículos - kilómetro de cada opción, que será la medida utilizada para determinar la configuración óptima de las intersecciones.

### *Actividad C2. Factibilidad Física*

De la configuración propuesta para las intersecciones, se desarrollarán anteproyectos conceptuales a nivel de esquema. Se ofrecerá al CNC una propuesta con la configuración teórica más atractiva para los usuarios, para proceder posteriormente a realizar los diseños definitivos y ejecutivos de las mismas.

## **Tarea D. Análisis de Tarifas de Peaje e Ingresos de la Concesión**

Se analizarán hasta tres (3) niveles de tarifa distintos de la nueva vía, buscando el rango que mejor balancea el uso del proyecto (mayores beneficios económicos) y los niveles de ingresos percibidos por peaje. El Consultor revisará

las alternativas de sistemas tarifarios y la ubicación de los dispositivos de cobro del peaje.

Es importante comentar que una de las alternativas que el Consultor analizará adicional a las correspondientes a los tres niveles tarifarios comprometidos, será el caso de no cobro de peaje.

#### *Actividad D1. Análisis de Sensibilidad de la Demanda a la Tarifa*

Esta tarea consiste en realizar la integración del modelo de asignación y el modelo de captación modal de forma iterativa, para diferentes niveles de peaje, calculándose los ingresos correspondientes a cada nivel. Esta tarea permite también conocer el nivel de sensibilidad de la demanda a la tarifa y estimar el rango de tarifa para la cual se balancea el uso del proyecto y los niveles de ingresos percibidos por peaje. Se analizarán como máximo tres (3) tarifas de peaje alternativas, para distintas categorías de vehículos, a los fines de determinar la tarifa adecuada.

#### **Tarea E. Pronóstico del Tránsito**

La demanda de transporte futura es una variable de difícil proyección, pues es derivada de las necesidades básicas de los seres humanos como son: alimentación, trabajo y diversión, entre otras. Por consiguiente, esta demanda está directamente relacionada con el grado de actividad humana que se desarrolle en una región y para proyectarla es necesario realizar un análisis de factores que estén directamente relacionados a ella, como son las variables socioeconómicas y el desarrollo potencial del área de estudio.

El conocimiento de variables socioeconómicas y de la demanda en el año base, permite la realización de un análisis que determine cuál o cuáles de las variables socioeconómicas poseen mayor grado de correlación con el crecimiento de la demanda y cuál es la relación entre ellas.

#### *Actividad E1. Recopilación de Datos Socioeconómicos*

Como marco para el desarrollo de proyecciones de variables socioeconómicas, se recopilarán pronósticos a nivel nacional del Producto Interno Bruto (PIB), ingreso medio, inflación, tasas de interés, cambio de la moneda y otras variables relacionadas con el entorno macroeconómico actual de Costa Rica. Este análisis permitirá determinar las directrices generales de crecimiento que caractericen el desempeño nacional.

También se recopilarán datos históricos y pronósticos de la población (población total, población económicamente activa, población económicamente activa ocupada) y sus características económicas (ingreso medio, estratificación de ingresos, índices de motorización). Se utilizará información de las proyecciones

de crecimiento económico de documentos editados por órganos del gobierno cuya confiabilidad sea reconocida.

#### *Actividad E2. Identificación de Generadores Potenciales de Tráfico*

Se recopilará información acerca de proyectos específicos de gran magnitud (industriales, comerciales o habitacionales) por implementarse en zonas aledañas a la nueva vía en estudio, que tengan el potencial de generar mayor volumen vehicular.

Para los proyectos identificados como significativos, se estimará el número de viajes que se generarán para posteriormente agregarlos a los que resulten del crecimiento natural del mercado de la nueva vía.

#### *Actividad E3. Proyección de Variables Socioeconómicas por Zona*

Se evaluarán las proyecciones de las variables socioeconómicas presentadas por los organismos oficiales y se incorporarán las tendencias observadas en los últimos años y las condiciones macroeconómicas del país. Para aquellas variables en donde no se disponga de pronósticos oficiales, se desarrollarán proyecciones utilizando modelos estadísticos. Se tomarán en cuenta las variaciones demográficas y económicas que puedan resultar de proyectos de desarrollo en el ámbito local.

#### *Actividad E4. Desarrollo de Modelos de Demanda que Relacionen Factores Socioeconómicos con Volúmenes de Tránsito Actuales.*

Una vez desarrollada la base de datos socioeconómicos de los principales orígenes y destinos que genere la Nueva Radial Heredia- San José, y las matrices de origen y destino por tipo de vehículo y por estrato socioeconómico, se procederá a desarrollar por métodos estadísticos, modelos que expliquen los viajes del corredor sobre la base de variables poblacionales y económicas de los orígenes y destinos con un alto nivel de importancia. Esta actividad es muy importante para la proyección del crecimiento de la demanda de transporte generada por la Nueva Radial. Para estos modelos se empleará el programa EMME/2 y se compararán los resultados con los obtenidos por el SIATGAM.

#### *Actividad E5. Proyección de la Demanda Total del Corredor*

Con base en las proyecciones de las variables socioeconómicas de los principales orígenes y destinos de los viajes vehiculares de la Nueva Radial Heredia – San José, y en los modelos de demanda desarrollados para el mismo, se pronosticará la demanda para los años horizonte del proyecto. Los años horizonte se definirán cada cinco años en promedio, o en periodos de tiempo menores cuando se anticipe un cambio significativo en la red de transporte o en

las condiciones económicas de la región. El producto de estas proyecciones serán las matrices de origen-destino para cada horizonte de proyecto.

#### *Actividad E6. Pronóstico del Tránsito para el Periodo de Proyecto*

Mediante la conjunción de la demanda pronosticada para cada horizonte de proyecto, los modelos de la red carretera y los modelos de captación, se estimará el tránsito que circulará por la vía por tipo de vehículo y para cada alternativa. Cabe resaltar que las estimaciones de la demanda incluirán el tránsito inducido por la nueva vía y aquel que se dará debido a proyectos específicos de desarrollo. En el caso de los modelos de la red vial, éstos tomarán en cuenta las ventajas comparativas que obtendrá la nueva vía, como consecuencia de la congestión en rutas alternas, así como las desventajas derivadas de la mejora de las vías alternas. Estos pronósticos se darán por tipo de vehículo (automóvil, autobús y camión), y con base en las corridas para los años horizonte, se estimará el aforo vehicular año por año para el periodo de estudio.

#### *Actividad E7. Estimación de los Ingresos Brutos de la Vía*

Para la condicionante del cobro de peaje por utilización de la vía, se realizará una estimación de los ingresos brutos con base en el pronóstico de tránsito para cada año, analizado su composición vehicular y la tarifa para cada tipo de vehículo. Esta proyección se hará con base en el valor nominal de las tarifas y en moneda nacional, tomando en cuenta que la pérdida en el valor real de las tarifas debido a la inflación, se compensará con aumentos en las mismas. Se determinará por lo tanto, el ingreso anual por peaje hasta el último horizonte de proyecto.

### **Tarea F. Análisis de Niveles de Servicio, Capacidad de Proyecto**

Esta fase del Proyecto corresponde a la determinación y análisis de los niveles de servicio y al cálculo de la capacidad de la Radial Heredia – San José para cada horizonte de planeación. Adicionalmente, se realizará un análisis del diseño geométrico preliminar para determinar si éste es adecuado.

#### *Actividad F1. Análisis de los Niveles de Servicio y Capacidad del Proyecto*

Tomando en consideración los pronósticos de tránsito obtenidos para la nueva vía en el periodo de proyección de la demanda y las características geométricas preliminares del diseño propuesto para el proyecto, el Consultor efectuará un análisis de los niveles de servicio esperados. El análisis se detallará por tramos.

La determinación de los niveles de servicio permitirá evaluar las posibles restricciones sobre el nivel de tráfico esperado, lo que es muy importante en el caso de la nueva vía, ya que influye directamente en la utilización de la misma. En el análisis de capacidad se incluirá un estudio de los tiempos de viaje entre nodos

representativos del proyecto por tipo de vehículo, así como el estudio de hora pico, duración, gravedad, reiteración de horas pico y su agravamiento con el paso del tiempo.

Se considera que el nivel de servicio más bajo adecuado a la operación de una vía con las características de la Radial Heredia – San José y de conformidad con las condiciones particulares de San José, es el “C”. En caso de que, en algún escenario se presente este nivel de servicio o inferior, se recomendará la ampliación de la vía. De esta forma, se indicará la fecha tentativa en que la vía necesitará obras de expansión.

#### *Actividad F2. Análisis del Diseño Geométrico*

Finalmente se procederá a realizar una revisión detallada del diseño geométrico de la alternativa aprobada para el trazado de la Radial Heredia – San José, examinando los posibles elementos que pudieran imponer restricciones en la capacidad del mismo, así como la alternativa de solución en el ámbito conceptual, que será definido con mayor detalle, en etapas previas a su implementación.

#### **4.10.4. MODELACIÓN CON EL PROGRAMA DE COMPUTO EMME/2.**

De conformidad con las necesidades del estudio y la experiencia del equipo de especialistas propuesto por el Consultor, se propone la utilización del software EMME/2, ya que representa una herramienta muy eficaz para diversos análisis de planeación y modelaje del transporte en zonas urbanas, incluyendo las requeridas para este estudio en particular.

Es conveniente dejar establecido con claridad, que en el estudio participaran técnicos del Consultor con experiencia específica en la utilización del programa EMME/2 en importantes estudios de planeación del transporte realizados en México, Colombia y Perú. Asimismo, es pertinente mencionar que el Consultor es el agente autorizado exclusivo para la venta y el apoyo técnico de dicho software en la República Mexicana, y que en forma adicional, ha considerado dentro de los costos del Estudio, los requeridos para entregar una licencia autorizada para la operación de dicho software, así como la debida capacitación en forma simultanea a la ejecución del Estudio y hasta que el mismo concluya. De requerir el CNC y el MOPT, la necesidad de capacitación para su personal en la operación de este software, no existe inconveniente en realizarla, siempre que se cubran en forma adicional, los honorarios correspondientes a la misma.

De conformidad con los TDR, el principal objetivo de la utilización de un paquete de planeación del transporte será la estimación de los volúmenes asignados que se presentarán en los escenarios de demanda futuros de la zona de estudio. Con base en los cambios fundamentales que se presenten entre la situación actual y los escenarios futuros, de acuerdo con los resultados de los

análisis con el EMME/2, se estimarán los volúmenes de tránsito que circularán en la Radial Heredia – San José para cada uno de los tramos evaluados, y para su conjunto, en los horizontes de planeación especificados anteriormente.

El Consultor ha determinado con base en un análisis detallado de las opciones de programas de computo disponibles en el mundo y con aplicación y resultados en ciudades latinoamericanas, que el paquete EMME/2 es más apto para realizar los análisis relacionados con la determinación de la demanda y la simulación de la operación de la red vial. Para la utilización de este programa, el Consultor partirá del banco de datos del modelo SIATGAM, los cuales se encuentran en formato del programa TRANPLAN. Dicho programa ha sido descontinuado, pero los archivos del mismo pueden ser exportados a un gran número de paquetes de cómputo para los efectos de análisis de planeación del transporte, entre los que se encuentra el EMME/2.

El EMME/2 es un poderoso sistema para la simulación de redes de transporte, desarrollado originalmente por la Universidad de Montreal, Canadá, y ha sido comercializado por la compañía canadiense Inro Consultants, Inc. El sistema ha sido utilizado exitosamente en grandes ciudades del Mundo. El programa puede ser utilizado para todos los análisis relacionados con la planeación del transporte, entre los que se incluye la generación de viajes, distribución geográfica de viajes, selección de medios de transporte y asignación de viajes a las redes vial y de transporte público. El paquete cuenta con la particularidad de su flexibilidad como para permitir al usuario, especificar la estructura del modelo de simulación que mejor se adapte a las características propias de cada zona urbana con necesidades y particularidades específicas. Algunos otros paquetes solo permiten el análisis para un número limitado de opciones.

El EMME/2 manipula información que es almacenada en bancos de datos de formato ASCII. Por medio de este sistema, el usuario puede definir grupos de información relacionados con los aspectos de: (i) Zonas, (ii) Nodos, (iii) Enlaces de redes viales o de infraestructura exclusiva de transporte público y (iv) Rutas de transporte público.

Toda la información puede ser visualizada utilizando las herramientas de salida del EMME/2, entre las que se cuentan las representaciones gráficas. Éstas incluyen, por ejemplo, a los dibujos de las líneas de deseo interzonales, así como la clasificación de la infraestructura vial representada en diversos colores. En realidad, se puede generar una gran cantidad de representaciones, tanto en la pantalla como en planos, de entre las que pueden citarse las siguientes:

- ✓  Volúmenes vehiculares por enlace de red vial.
- ✓  Volúmenes de tránsito clasificados por maniobra en nodos importantes de la red vial.
- ✓  Comparación del tránsito vehicular, por enlace, para diferentes escenarios.
- ✓  Líneas de deseo de los viajes realizados entre pares de zonas.

El programa EMME/2 incluye otras funciones adicionales que facilitan significativamente el proceso de asignación del tránsito a la red vial de la zona del Estudio.

#### **4.10.5. CONVERSIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL MODELO SIATGAM**

Para los fines específicos de esta propuesta técnica, el Consultor ha estimado que las encuestas de origen-destino y los aforos vehiculares serán utilizados para actualizar la información existente en el modelo SIATGAM, previo al proceso de conversión del modelo.

El Consultor utilizará la información disponible, para revisar la zonificación utilizada en el modelo SIATGAM. Al respecto, se verificará la homogeneidad de las zonas de análisis de transporte, conocidas como las ZAT, en los aspectos siguientes: uso de la tierra, número de viviendas y/o población, nivel socioeconómico de la población, compatibilidad con los límites de las unidades estadísticas básicas de información que utilicen permanentemente los organismos competentes del Gobierno de Costa Rica. Adicionalmente, se verificará la congruencia de la zonificación establecida con los elementos de la red vial, de la red de transporte público, las barreras naturales (Barrancas, ríos, cerros, etc.), y de las barreras artificiales (Líneas de ferrocarril, vías de acceso controlado, canales, zonas de reserva territorial, etc.).

En la propuesta no se han considerado cambios significativos en la zonificación con respecto al esquema utilizado en el SIATGAM, sino ajustes menores que permitan mejorar la precisión del Estudio en lo relacionado con la asignación del tránsito a la red vial de la zona de estudio. Los datos básicos para la generación de viajes de cada una de las ZAT, serán actualizados con base en la información socioeconómica que sea proporcionada al Consultor y que provenga de fuentes oficiales del Gobierno de Costa Rica.

En la revisión de la zonificación, el Consultor utilizará un sistema de información geográfica para sobreponer y comparar diferentes esquemas de zonificación, con el fin de lograr un manejo ágil y eficiente de la información disponible. Uno de los productos de esta actividad, será generar un archivo digital en formato del programa AutoCAD, sobreponiendo a la cartografía digital de la zona de estudio, las capas con los límites de las zonas y de los distritos. Asimismo, se obtendrá un banco de datos sencillo con toda la información básica por ZAT, a partir de los datos numéricos utilizados en esta actividad del Estudio.

El Consultor también verificará la ubicación de los centroides de las zonas y de los distritos, los cuales serán utilizados para algunos análisis y para la representación gráfica de ciertos resultados. En el caso de las zonas ubicada

fuera de la zona de estudio, se utilizarán nodos externos para representar el intercambio de viajes de la ciudad con poblaciones cercanas.

El Consultor empleará directamente en los análisis de planeación, los siguientes modelos básicos del SIATGAM:

- ✓  Generación de viajes (Atraídos y producidos).
- ✓  Distribución geográfica de viajes.
- ✓  Selección de medios de transporte.
- ✓  Asignación de viajes a la red vial.

Es importante aclarar que se respetará completamente la estructura básica de los modelos anteriores y solamente se realizarán cambios en ciertos datos de generación de viajes, los cuales corresponderán a las actividades de actualización indicadas en esta sección.

El programa EMME/2 será utilizado para realizar los análisis de asignación del tránsito vehicular a la red vial de la zona de estudio, en la simulación de escenarios alternos de comportamiento de la Nueva Radial Heredia – San José. Al respecto, la asignación se referirá a cambios en las características físicas de la red vial que correspondan a uno o más de los aspectos siguientes:

- ✓  Esquema de operación zonal. Por ejemplo, la integración de la nueva vía con la red urbana colindante, o las posibles modificaciones a la misma.
- ✓  Capacidad de la Nueva Radial Heredia – San José. Con su consecuente influencia en la determinación de la sección transversal requerida.
- ✓  Construcción de nuevas vías o mejoramiento de las existentes.

La puesta en operación de la Nueva Radial, traerá consigo mejoras en la operación del tránsito, las cuales se traducirán en una reasignación de flujos vehiculares en ciertas zonas de la red vial, esperando el reflejo de sus mayores beneficios en el ACC de San José y en las vías de acceso a Heredia. Sin embargo, para simular este tipo de comportamiento, se tendría que adoptar un enfoque iterativo combinando las simulaciones obtenidas con el programa TRANSYT-7F y los análisis con el paquete de computo EMME/2. Al respecto, el Consultor adoptará una estrategia práctica en la que se modificarán las funciones básicas de volumen/demora en el EMME/2, con base en simulaciones preliminares realizadas con el programa TRANSYT-7F.

Los pronósticos de crecimiento del tránsito vehicular para los escenarios de corto plazo (5 años), mediano plazo (15 años) y largo plazo (25 años), se basarán en el incremento observado en los volúmenes de tránsito en los sitios en que se disponga de datos históricos de la zona de estudio. Sin embargo, dado que este crecimiento puede ser muy pequeño y no representativo en el caso de que existan restricciones de capacidad importantes en algunos tramos de la Nueva Radial

Heredia – San José, el Consultor alternativamente también analizará el comportamiento histórico de las siguientes variables:

- ✓  Vehículos registrados en la zona de estudio.
- ✓  Venta de vehículos nuevos en la zona de estudio.
- ✓  Población actual.
- ✓  Fuerza de trabajo empleada.
- ✓  Producto Interno Bruto de Costa Rica y de la zona de estudio.

El Consultor está conforme con lo establecido en los TDR, en lo que respecta a la forma indicada para aplicar los resultados del análisis de asignación con los modelos de planeación del transporte. En este sentido, se ajustarán los flujos vehiculares obtenidos por el Consultor en los trabajos de campo descritos anteriormente, en función de la proporción de cambio de los volúmenes asignados por el programa EMME/2, al comparar la situación actual contra cualquiera de los escenarios de demanda futuros. En estos escenarios, también serán considerados los cambios proyectados en la red vial que influya en la zona de estudio, como es el caso del proyecto de ampliación y mejoramiento de la Autopista General Cañas.

Una vez convertidos los volúmenes de tránsito actuales a cualquier escenario de demanda futura, el Consultor verificará que los valores obtenidos se encuentren dentro de intervalos reales de valores. Por ejemplo, se evitará utilizar volúmenes de tránsito mucho mayores que la capacidad de los enlaces respectivos, porque el análisis resultante sería irreal y carecerá de todo sustento técnico.

Los volúmenes de tránsito verificados serán utilizados como datos de entrada en los análisis de optimización con el programa TRANSYT-7F para los escenarios de demanda futuros.

Con la finalidad de establecer comparaciones con respecto a la situación actual del manejo del tránsito en la zona de estudio, se efectuarán análisis de simulación adicionales suponiendo que no se realizarán cambios en los escenarios de demanda futuros; es decir, bajo la hipótesis de que el entorno de la red vial de influencia, será el mismo en los próximos 25 años.

#### 4.10.6. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE COBRO

Para el cobro del peaje, actualmente existen una gran variedad de sistemas que pueden agruparse en tres categorías básicas, definiendo las variaciones tecnológicas que caracterizan a cada una de ellas. Estos sistemas se pueden utilizar de forma individual por estación de peaje, buscando siempre el equilibrio entre un alto nivel de operación de la vía y la disminución de costos de operación del sistema.



- ✓  Recaudo Manual. Requiere de una persona en la caseta para realizar la transacción. Presenta la menor inversión inicial, los tiempos de transacción más altos y costos de operación y mantenimiento elevados. Generalmente requiere de un mayor número de canales, pues el promedio de atención de vehículos varía entre 150 y 300 por hora, y en algunos casos hasta 180 y 200. Se debe tener un sistema de control automático de recaudo generado al realizar la transacción, cualquiera que sea el sistema.
- ✓  Máquina de Recaudo. La transacción la realiza directamente el usuario con una máquina instalada para tal fin. El tiempo de transacción disminuye con respecto al anterior, y no se recomienda utilizar las de pago exacto, pues la experiencia en países latinoamericanos, muestra que se trata de “engañar” a la máquina, depositando objetos diferentes a las monedas con las que se tiene previsto su funcionamiento; El sistema de post-pago tampoco es recomendable, por los problemas de cartera morosa que generaría.
- ✓  Pago Electrónico. La transacción se efectúa por un sistema compuesto de sensores instalados en las estaciones de peaje y tarjetas instaladas en los vehículos, de donde se descuenta la tarifa respectiva. La transacción se realiza sin la detención del vehículo y presenta un promedio de atención de vehículos entre 600 y 1400 por hora. Ya que es recomendable la barrera mecánica para el control de evasión, la velocidad de operación no superaría los 30 km/hora, lo que hace que se pueda atender un promedio de 600 vehículos por hora. Este sistema presenta variedades diferentes, pero el funcionamiento básico es el mismo en todos.

El sistema que el Consultor en forma conjunta con el CNC y el MOPT, determine como el más apropiado, permitirá diversos medios alternativos de pago, a saber:

- ✓  Pago en “efectivo”.
- ✓  Pago con “dinero virtual”.

Y de igual manera, diversas formas de pago, entre otras:

- ✓  Post pago, con facturación.
- ✓  Pre-pago a descuento.
- ✓  Pre-pago de un número fijo de pasos.

El Consultor propondrá alternativas de solución que resulten de la combinación de la instalación de sistemas de peaje. Pondrá especial énfasis en la selección de la tecnología adecuada para minimizar los costos de instalación y operación del sistema, ofreciendo a los usuarios un nivel de servicio de buena calidad. Entre las alternativas de elección considerará una solución de bajo rango, de rango medio y de rango alto.

El Consultor definirá los costos del sistema de peaje, considerando la inversión inicial, la operación y el mantenimiento de los mismos. Con base en la evaluación de las diversas alternativas, se optará por la más adecuada para la operación eficiente de la Nueva Radial Heredia – San José.

#### 4.11. FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO

Una vez que el Consultor cuente con la información necesaria establecida con precisión, que le permita estimar la factibilidad técnica de su implementación, procederá a desarrollar el agrupamiento de la información mediante una matriz de apoyo para la toma de decisiones, donde se consideren puramente los argumentos técnicos, sus ventajas y desventajas, y las consecuencias sociales de su implementación.

Se considera primordial para determinar la factibilidad técnica de un proyecto de este tipo, el análisis de las características listadas enseguida:

- ✓  Nivel de servicio
- ✓  Disponibilidad de espacio físico
- ✓  Diseño geométrico
- ✓  Diseño estructural
- ✓  Condiciones geológicas
- ✓  Procesos constructivos
- ✓  Materiales y tecnología

En caso que el proyecto sea técnicamente factible, se dará continuidad a las actividades consecuentes para la determinación de la factibilidad económica, financiera y ambiental.

#### 4.12. FACTIBILIDAD ECONÓMICA

##### 4.12.1. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO

El principal objetivo de esta actividad será obtener los indicadores del desempeño económico para las diversas alternativas de trazado de la Nueva Radial Heredia – San José y para todo el proyecto en su conjunto, bajo todas las combinaciones de alternativas.

El método utilizado para el estudio de factibilidad económica será el de beneficio/costo, en el cual el Consultor cuenta con gran experiencia en la aplicación de diversos estudios de infraestructura vial, la mayor parte de ellos desarrollados para el Banco Mundial. El consultor estimará los

costos y beneficios del proyecto, partiendo de los métodos de evaluación de inversiones y costos contenidos en el HDM-III (Por las siglas en ingles de The Highway Design and Maintenance Standards Model) desarrollado por el Banco Mundial en colaboración con otras instituciones. Cabe mencionar que esta metodología tiene como base las experiencias obtenidas en estudios aplicados en países en desarrollo, como es el caso del de Costa Rica.

La metodología aplicada se basa en la actualización a valor presente de los flujos de efectivo que representan los costos y beneficios derivados del proyecto, durante un periodo específico de evaluación. En el caso de las obras viales, la mayor parte de los costos proviene de las inversiones necesarias para construir la obra vial y para mantenerla operando. Los beneficios generalmente se traducen en los ahorros en tiempo de viaje de los usuarios y la disminución de los costos de operación. El análisis incluirá el uso de precios de mercado y de precios de eficiencia, para los cuales se tomarán los que el CNC o el MOPT, designen como más apropiados. Este tipo de precios se usará para los bienes de procedencia extranjera, la mano de obra, el efecto de los impuestos en los precios, y el efecto de los intereses locales.

Las alternativas a considerar en el análisis, son producto de las opciones mostradas a continuación:

#### Alternativas del Análisis Socioeconómico.

VARIABLE	ALTERNATIVA
Tipo de pavimento	Asfalto o concreto
Trazo del proyecto	Ruta corta o larga
Sección típica y tipo de estructura	Túnel o paso elevado
Ubicación y tecnología para el cobro de peaje	Número de casetas y sistema y tecnología de peaje (Manual, maquina de recaudo o pago electrónico)

Con la metodología mencionada en los párrafos anteriores, se determinarán los indicadores de rentabilidad que permitan establecer un orden de las alternativas evaluadas, producto de las combinaciones posibles que se pueden dar, intercalando iterativamente las diversas alternativas de trazado propuestos por el CNC.

El orden que se proponga para las alternativas mostradas, dependerá de los resultados que se obtengan en los indicadores de rentabilidad de cada una de ellas, dando mayor importancia al Valor Presente Neto (VPN), al Índice de Rentabilidad Inmediata (IRI) y a la Tasa interna de Retorno (TIR), ordenados en forma descendente de manera tal que se aprecie la alternativa que mayores beneficios netos ofrezca, y cuyo rendimiento sea mayor a las tasas de descuento planteadas por el CNC.

Se aplicará un estricto cumplimiento de los indicadores económicos para aceptar o rechazar las alternativas evaluadas, de tal manera que el VPN siempre resulte positivo, la TIR sea mayor a las tasas de descuento indicadas en los TDR y el Índice de Rentabilidad Inmediata para el primer año, resulte mayor a la tasa de descuento correspondiente. De este modo, sólo aquellas alternativas que cumplan con estos requisitos podrán ser ordenadas en el formato descendente.

Esta actividad generará dos tipos de productos: (i) El primero de ellos está constituido por indicadores de desempeño para cada alternativa de trazado de la nueva vía, el proyecto en su conjunto y para las combinaciones de alternativas. Los indicadores son la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN), Índice de Rentabilidad Inmediata (IRI), Relación Beneficio-Costo (B/C) y (ii) El segundo grupo de productos consistente en el ordenamiento de las alternativas de acuerdo a su rentabilidad social.

#### **4.12.2. SENSIBILIDAD DE LA DEMANDA**

Esta tarea tiene como principal objetivo detectar los factores críticos que pueden afectar la rentabilidad económica del proyecto. Para el desarrollo de esta actividad se usará el modelo de evaluación económica desarrollado con base en el HDM-III y que fue referido anteriormente, en la fase para la obtención de los indicadores de desempeño en la actividad referida antes.

Para realizar el análisis de sensibilidad, será necesario definir de forma conjunta con el CNC o quien este designe como su representante para el seguimiento del estudio, las variables sobre las que se llevará a cabo el análisis. En principio se cuantificará la sensibilidad de la rentabilidad social para las situaciones señaladas en los Términos de Referencia, que son:

- ✓  Sensibilidad de la rentabilidad social en función de los escenarios definidos con respecto a la tarifa por cada tipo de vehículo considerando las variaciones del 5%, 10%, 15% y 20% indicadas en los Términos de Referencia.
- ✓  Sensibilidad de la rentabilidad para cada uno de los tres escenarios de demanda básicos definidos en los Términos de Referencia, el alto (Optimista), el medio y el pesimista (Conservador).
- ✓  Sensibilidad de los indicadores con respecto al plazo de concesión.

De igual manera, se realizará el análisis de sensibilidad para las estimaciones iniciales de costos, de beneficios y la tasa de crecimiento de los beneficios. Sin

embargo, se podrán hacer consideraciones particulares para distintos componentes de costos y de beneficios.

Después de haber seleccionado las variables en las que se basarán los análisis de sensibilidad, se definirán los rangos en que se variará el estimado base para estas variables. Se estima que se definirán dos rangos mayores que la base, dos rangos menores que el base para los costos y beneficios y dos rangos menores que el base para la tasa de crecimiento de los beneficios.

Una vez definidas las variables objeto de análisis y los rangos en que estas se harán variar, se procederán a construir los escenarios del análisis, que estarán constituidos por combinaciones razonables de los valores de las variables.

Cada uno de los escenarios de análisis, será introducido en el modelo de evaluación socioeconómica desarrollado, con la finalidad de estimar los indicadores de rentabilidad requeridos y obtenidos con la anuencia del CNC en la actividad mencionada en el numeral anterior, y se obtendrán del modelo los indicadores de rentabilidad de cada uno de los escenarios. Este procedimiento se desarrollará para cada uno de los escenarios. A partir de los indicadores de rentabilidad de cada escenario del análisis de sensibilidad, se desarrollará un análisis comparativo de ellos y de los correspondientes a los del escenario base. Este análisis tendrá por objeto la identificación de los variables y los rangos con mayor potencial de afectar la rentabilidad del proyecto.

Los productos que el Consultor obtendrá con la ejecución de estas actividades, serán los siguientes:

- ✓  Variables sobre las que se realizó el análisis de sensibilidad y los rangos en que variaron los valores de éstas.
- ✓  Escenarios usados para el análisis de sensibilidad.
- ✓  Indicadores de rentabilidad de cada uno de los escenarios de sensibilidad.
- ✓  Análisis de las variables a las que el proyecto es más sensible.

La consecución de esta actividad depende de la existencia del modelo de evaluación económica del proyecto y de los indicadores de rentabilidad del escenario base calculados dentro del mismo proceso, por lo que es necesario que las actividades del análisis socioeconómico hayan sido concluidas para iniciar con el desarrollo de la misma.

#### **4.12.3. PRIORIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN**

Tomando como referencia los resultados obtenidos de la evaluación socioeconómica de las diversas alternativas de trazado del proyecto, el Consultor establecerá la prioridad de ejecución de los mismos y la posibilidad de posposición o diferir la inversión, a efecto de que el proyecto cumpla ampliamente con índices razonables positivos de factibilidad técnica y factibilidad socioeconómica.

La priorización de construcción de las distintas etapas de la obra, será detallada mediante un documento donde se muestre el comportamiento de las variables financieras y económicas del proyecto, el análisis efectuado, las variables y constantes tomadas en consideración y los diagramas de barras que muestren gráficamente el orden secuencial de ejecución de las etapas que sean requeridas, divididas en grandes grupos de actividades, así como el estimado de tiempo promedio para su ejecución determinado con base a los volúmenes por ejecutar, rendimientos promedio y condiciones físicas de la zona de emplazamiento, que deban considerarse en el incremento de los mismos, incluyendo la inversión estimada por periodos mensuales.

Para reforzar la interpretación y entendimiento del diagrama anterior, el Consultor incluirá el diseño de la Ruta Crítica determinada mediante el método CPM (Critical Path Method), utilizando el software Project Manager en su versión más reciente. En la misma se reflejarán las actividades consideradas como críticas, las que cuenten con holguras estableciendo el tamaño de las mismas y la duración promedio de cada actividad, en forma congruente con los resultados obtenidos de la rentabilidad del proyecto.

El producto se integrará en forma de documento, conteniendo un informe ejecutivo que resuma los resultados de mayor importancia y permita una apreciación práctica de los resultados y conclusiones de mayor importancia.

#### **4.13. FACTIBILIDAD FINANCIERA**

##### **4.13.1. MODELO FINANCIERO**

El objetivo primordial del estudio de factibilidad financiera es el de desarrollar una estructura financiera que determine la viabilidad para la ejecución del proyecto para un concesionario privado.

Para lograr el punto anterior, el Consorcio construirá estados financieros pro forma, enfocándose principalmente en el estado de resultados, el de fuentes y usos de recursos y el balance general. El análisis se realizará a precios constantes de la fecha que determine el propietario del proyecto y tasas de interés reales. Es importante indicar que el Consultor cuenta con una serie de modelos financieros desarrollados para diversos tipos de estudios relacionados con aspectos de la viabilidad y transporte.

De igual forma, a través de la información de costos y de la construcción de estados financieros, se podrán obtener los indicadores de rentabilidad, así como sus análisis de sensibilidad.

El horizonte del proyecto se fijará bajo los criterios de vida física, operativa o legal. La primera y la segunda si el criterio de operación es el público y la tercera si se opta por el esquema de concesión. La tasa de interés tomará en cuenta las tasas de referencia libres de riesgo del mercado nacional y una estimación del riesgo no diversificable del proyecto, tomado del sector más representativo que cotice en la Bolsa de Valores.

El riesgo diversificable del proyecto se analizará por separado, identificando los factores más importantes que incidan sobre la rentabilidad del proyecto, con objeto de corregir el flujo de efectivo o evaluar las opciones de traslado o mitigación, para incorporar los costos correspondientes. El análisis de riesgo de la inversión financiera contemplará las recomendaciones para desarrollar una estrategia de garantías y seguros adecuada que hagan viable el fondeo del proyecto.

Se analizará en especial la tarifa a aplicar en el caso de concesionamiento, tomando por una parte los resultados del estudio de demanda y por otra la tarifa necesaria para recuperar la inversión en el proyecto, a efecto de proponer, en su caso, el rango de tarifas aplicables.

Se desarrollará un modelo financiero mediante un sistema de hojas de cálculo, un proceso interactivo y dinámico entre el usuario y el modelo a fin de que exista en éste la flexibilidad de modificar cantidades asignadas a cualquier variable de una manera sencilla, proporcionando de manera automática bajo cada escenario que se capture, los resultados de los estados financieros y sus cuadros de apoyo. El Consultor no considera adecuado utilizar software especializado porque presentan poca flexibilidad para adaptarlos a proyectos que se requieren tanto nivel de detalle como el presente.

La evaluación financiera se preparará en una hoja de cálculo del tipo de las comúnmente usadas en el sector financiero, que incluirá:

- ✓  Flujos de ingresos y egresos relacionados con la operación
- ✓  Flujos de egresos correspondientes a contraprestaciones
- ✓  Flujos de egresos de la inversión, de acuerdo al programa de construcción
- ✓  Flujos de egresos de impuestos
- ✓  Flujos del crédito y la aportación de capital
- ✓  Depreciaciones
- ✓  Flujos netos del proyecto y del inversionista
- ✓  Estado de fuentes y uso de recursos
- ✓  Estados de resultados anuales pro forma
- ✓  Balances anuales pro forma
- ✓  Valor Presente Neto del inversionista
- ✓  Tasa interna de retorno del proyecto y del capital del inversionista
- ✓  Programa del crédito
- ✓  Resultados gráficos del análisis de sensibilidad y de la simulación

- ✓  Los resultados de la factibilidad financiera se presentarán en dólares americanos de acuerdo a los Términos de Referencia.

#### 4.13.2. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se realizará un orden de las alternativas con base al comportamiento de los indicadores de rentabilidad y de las razones financieras, seleccionando aquellas que demuestren el retorno de las inversiones y las tasas reales de pago al capital más altas, siempre sobre la base de una estructura financiera saludable. Se pondrá mayor énfasis en el resultado que arroje el valor máximo de la deuda y su correspondiente análisis de capacidad de pago del proyecto de modo que pueda ser cubierto el crédito en plazo óptimo determinado en el estudio, en segunda instancia se observará el resultado en los indicadores de rentabilidad tales como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) que reflejen rentabilidad superior a la tasa de ganancia propuesta en los TDR en el plazo óptimo determinado en el estudio. De aquellas alternativas que cubran estos requerimientos, se analizará el comportamiento de sus estados financieros y de sus estructuras de capital a fin de seleccionarlas en orden descendente, desde aquella que no requiera aportación de recursos públicos hasta la que demande mayor monto de inversión pública.

Esta actividad generará los siguientes productos: (i) indicadores de desempeño del proyecto en su conjunto para las corridas base por como son la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN) y los supuestos empleados en cada corrida; (ii) Propuesta de estructura financiera tarifaria más conveniente para el proyecto de acuerdo a los indicadores de rentabilidad; (iii) análisis del grado de endeudamiento del concesionario para determinar el máximo porcentaje de endeudamiento; (iv) ordenamiento de las alternativas de acuerdo a su rentabilidad financiera.

#### 4.13.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

Se preparará un análisis de sensibilidad alrededor de las variables de mayor riesgo y, eventualmente, se complementará con un análisis de simulación, de acuerdo a la opinión de especialistas respecto de los valores probables de las variables de riesgo.

En principio se cuantificará la sensibilidad de la rentabilidad social para las situaciones señaladas en los Términos de Referencia, que son:

- ✓  Sensibilidad de la rentabilidad social en función de los escenarios definidos con respecto a la tarifa por cada tipo de vehículo considerando las variaciones en la elasticidad del 5%, 10%, 15% y 20% indicadas en los Términos de Referencia.

- ✓  Sensibilidad de la rentabilidad para cada uno de los tres escenarios de demanda básicos definidos en los Términos de Referencia, el alto (optimista), el medio y el pesimista (conservador)
- ✓  Sensibilidad de los indicadores con respecto al plazo de concesión.

Como complemento al análisis anterior, se cuantificará la sensibilidad de la rentabilidad del proyecto con respecto a variaciones en los costos de construcción, mantenimiento y operación con variaciones del costo en el orden del 10%, 20% y 30% hacia arriba y hacia abajo del costo medio estimado.

Los productos que el Consultor obtendrá con la ejecución de esta fase, serán:

- ✓  Variables sobre las que se realizó el análisis de sensibilidad y los rangos en que variaron los valores de éstas.
- ✓  Escenarios usados para el análisis de sensibilidad.
- ✓  Indicadores de rentabilidad de cada uno de los escenarios de sensibilidad. Análisis de las variables a las que el proyecto es más sensible.

## **5. TAREAS POR EJECUTAR**

### **5.1. CALENDARIO DE TRABAJO**

De acuerdo con el contrato de prestación de servicios y la orden de inicio del Estudio, éste tendrá una duración total de 8 meses calendario, contados a partir del 1 de marzo de 2001. A continuación se presenta una lista donde se indica la fecha límite para la entrega de los principales documentos del Estudio:

- Informe inicial: 1 de abril de 2001
- Informe de avance No.1: 1 de junio de 2001
- Informe de avance No.2: 1 de agosto de 2001
- Informe de avance No.3: 1 de octubre de 2001
- Informe final: 1 de noviembre de 2001

En la Figura 2 se presenta un diagrama de Gant conteniendo las tareas a ejecutar en la realización de El diseño preliminar y estudios de factibilidad técnica, ambiental, económica y financiera para la concesión de obra con servicio público del proyecto nueva radial Heredia- San José. En este diagrama también se incluyen las fechas de entrega de los informes de inicio, de avance y el final, acompañadas con las fechas máximas de entrega de las observaciones que el CNC y/o MOPT realicen a cada uno de los informes.

Puede observarse en la Figura 3 la asignación de los recursos humanos en cargados en cada actividad programada.

## 6. TAREAS EJECUTADAS

### 6.1. INFORMACIÓN RECOLECTADA

En el formato de Información de entrada del proyecto que se adjunta (en el Anexo A) se indican todos los documentos que hasta el momento han sido obtenidos por el CRH provenientes de las diferentes fuentes consultadas.

Con relación a la documentación recibida cabe destacar los siguientes puntos resultantes de su estudio inicial:

- Planos del proyecto original de 1976 preparados por INDECA para la Nueva Radial Heredia – San José, suministrados por el MOPT. Al respecto se ha observado que estos documentos no tienen referencia a coordenadas nacionales ni arbitrarias de ninguna especie, por lo cual su adecuación a los propósitos de diseño deberá comenzar por este punto. En general los planos muestran un buen nivel de detalle del proyecto realizado. Los planos de estructuras, como lo aclaró el MOPT deben considerarse como obsoletos dado que desde su ejecución hasta la fecha han cambiado las condiciones y normatividad aplicables tanto para la evaluación de cargas como para la ejecución de los diseños.
- Información sobre el anillo periférico. Por decisión del CNC el estudio de factibilidad para la construcción y operación del anillo periférico por el sistema de concesión no se ha iniciado y por lo tanto, no se espera que suministre información nueva para el proyecto de la Radial Heredia – San José; en su lugar se ha recibido la información anterior existente, en la cual el énfasis está en el aspecto ambiental y financiero; esta información corresponde a un estudio realizado por INEDECA en el año 2000.
- Las normas para construcción de carreteras del MOPT, CR-77, están en la actualidad siendo modificadas por un grupo de trabajo de esa entidad, por lo cual en este proyecto se tendrán en cuenta las modificaciones que el mismo MOPT haya definido hasta el momento en que se hagan los diseños y presupuestos de la alternativa seleccionada y se comience la producción de las especificaciones técnicas de construcción que acompañarán al Cartel de Licitación de la Concesión.

## 6.2. CARTOGRAFÍA

Para el planteamiento y estudio de las alternativas de trazado descritas, se ha establecido una base cartográfica elaborada por el CRH con fundamento en información disponible en diferentes fuentes de la siguiente manera. Como base principal se tomó la cartografía existente en el IGN proveniente de restituciones aerofotogramétricas del año 1989, las cuales fueron digitalizadas. Con el fin de actualizar la información en lo referente a nuevos desarrollos dentro de los corredores e estudio y de mejorar la información de topografía, se adquirieron las fotografías aéreas más modernas existentes (1998) y con éstas se hizo un trabajo de digitalización y control, cuyos resultados son la ortofotografía mostrada en la Figura No. 1 y los planos básicos para el diseño elaborados en formato AutoCAD en escala inicial 1:10.000, con curvas de nivel equidistantes 5 metros.

La labor realizada será complementada en caso de ser necesario, con algunos levantamientos topográficos de campo aislados, con el fin de localizar puntos específicos que puedan afectar la decisión en la selección de las alternativas de trazado de la carretera.

## 6.3. RECORRIDOS POR LOS CORREDORES DE LAS ALTERNATIVAS

En varias ocasiones y a medida que avanzó el conocimiento del proyecto, de la zona y de la información disponible, los profesionales del CRH recorrieron los corredores de las diferentes alternativas, tomando como base la ruta básica del proyecto. En estos recorridos participaron profesionales de diferentes especialidades y se utilizó la mejor información de cartografía y fotografías aéreas disponible.

Las principales conclusiones obtenidas en los recorridos complementados con el estudio de la información recolectada son las siguientes:

- El corredor correspondiente a la Ruta básica se encuentra en general libre; sin embargo, se han identificado algunos puntos en los cuales se presenta invasión del derecho de vía por precarios. Adicionalmente se debe confirmar la localización de la estación de buses Pulmitan en la Av Séptima y del Price Smart en la vía de Valencia, para comprobar el respeto al derecho de vía. El espacio correspondiente a los cruces en general se encuentra libre.
- Sobre este mismo corredor se identificaron desarrollos urbanísticos nuevos y en desarrollo en la llegada a Heredia.
- La parte más débil desde el punto de vista de costos para la ruta básica puede estar en la compra de predios para la parte inicial de prolongación de la Av Séptima y en el tramo hasta La Uruca, debido a la topografía del sector.

- La alternativa de ruta por la circunvalación norte se encontró despejada desde la intersección con La Uruca hasta la Av. Braulio Carrillo. En este caso no se prevén problemas de predios importantes ni dificultades de tipo geométrico.
- La ruta que pasa por el anillo periférico no ha sido recorrida en detalle, sin embargo lo mostrado por las fotografías aéreas es un espacio suficientemente libre en la parte que utilizaría la Radial.
- En la ruta que utiliza el corredor del ferrocarril se encontró que existen viviendas a lado y lado de la carrillera en aproximadamente el 65% de la longitud, lo cual puede ser un inconveniente desde el punto de vista de compra de predios, al definir el ancho necesario para la sección típica de cada sector.

## **6.4. VIABILIDAD AMBIENTAL.**

### **6.4.1. PLANEACIÓN DEL ESTUDIO AMBIENTAL**

Los días 28 de febrero y 19 de marzo de 2001 se realizaron reuniones de planeamiento entre los profesionales participantes en la Viabilidad Ambiental de las alternativas de trazado de la Radial Heredia–San José.

En las reuniones se consideraron los sitios que se visitarían y el análisis de los impactos potenciales en cada uno de ellos. Asimismo, se solicitó realizar recomendaciones para la estructuración del análisis de impactos ambientales (considerando recursos naturales y componentes del proyecto) para las alternativas de trazado de la Radial Heredia–San José.

Para la realización del análisis de impactos para cada alternativa en la Fase I. Viabilidad Ambiental, se presentaron las siguientes recomendaciones:

1. Separar la identificación de impactos al medio físico–biótico de las alternativas del proyecto. Para ello se plantea la posibilidad de incorporar una matriz para cada tipo de recursos, la cual a su vez debe desagregarse con el fin de mostrar un perfil más amplio de la relación entre el proyecto y el medio en que se desarrolla.

El análisis de impactos del proyecto sobre el medio biológico considerará las variables flora, fauna, ecosistemas frágiles, especies con poblaciones reducidas y especies en peligro de extinción, en concordancia con las listas oficiales publicadas por el MINAE (Tabla 1).

- Por su parte, el análisis de los impactos sobre el medio físico deberá desagregarse de manera que contemple el posible impacto sobre las siguientes variables: agua superficial, agua subterránea, aire (en relación con olores y ruido, dejando por fuera el aspecto de emisiones atmosféricas) y suelo (Tabla 2).
2. Contemplar los impactos potenciales de los componentes del medio sobre las diferentes alternativas del proyecto, en las fases de construcción y operación. Este criterio aplica para el análisis de impactos relacionados con el medio físico, no así con el medio biológico, debido al alto grado de alteración del mismo, ni con el medio económico y la mayoría de componentes del medio cultural. En ese sentido debe incorporarse el análisis de la existencia de amenazas naturales tales como sismicidad, vulcanismo, deslizamientos e inundaciones, como parte de los impactos del medio físico sobre el proyecto (Tabla 3); y el componente de percepción y organización comunal como elementos que podrían determinar un impacto del medio social sobre el proyecto (Tabla 4). Con respecto al medio social, los impactos posibles del medio sobre las alternativas del proyecto se vinculan con la disponibilidad de mano de obra y de servicios, necesarias para la ejecución de las obras, la capacidad organizativa de las comunidades, que podría redundar en una resistencia al desarrollo del proyecto, y los patrones de vida y la percepción sobre el proyecto, que podría provocar diversas reacciones que alteren el desarrollo de las obras. Evidentemente el carácter de las variables sociales en estudio determina la relatividad de los resultados, que se basan en supuestos.
  3. Los resultados del análisis de impactos en ambas direcciones serán incorporados en el diseño del Tabla Resumen. Como resultado de esta Tabla resumen, se podrá realizar un análisis comparativo sobre la intensidad de los impactos sobre el medio ambiente de cada una de las alternativas de trazado y del proyecto en una forma integral. Este resultado constituye un insumo para el análisis general de viabilidad, que permitirá a los consultores cruzarlo con los resultados de los estudios técnicos, económicos y financieros para definir si el proyecto en su conjunto o en alguna de sus partes, es viable o no.

#### **6.4.2. METODOLOGÍA DEL PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Se preparó una metodología lógica de las tareas que se realizarían en la Fase I. Viabilidad Ambiental que fue entregada a los profesionales involucrados. Las fechas metas deberán ser respetadas en todo momento por los profesionales.

### 6.4.3. INVESTIGACIÓN Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN AMBIENTAL

En el período comprendido entre el 28 de febrero, 2001 y 19 de marzo, 2001 los profesionales participantes realizaron un inventario de información útil para realizar la viabilidad ambiental de las alternativas de trazado de la Radial Heredia-San José.

Forma parte del Anexo A, los documentos que fueron consultados para esta fase de estudio.

### 6.4.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DEL TRAZADO

El día 21 de marzo, 2001 se realizó una visita de identificación preliminar de las alternativas de trazado de la Radial Heredia-San José. Con la información recopilada en el campo se realizará el análisis de impactos ambientales para caso particular. En el Anexo B se incluye una serie de fotografías que ilustran parte de estos recorridos.

## 6.5. ANÁLISIS DE DEMANDA

El presente subcapítulo tiene como objetivo mostrar las tareas ejecutadas para la sección de demanda, las cuales fueron elaboradas en el periodo del 1 al 29 de marzo del 2001. Las tareas son las siguientes:

- a) Planeación de las actividades correspondientes a la sección de demanda
- b) Recorrido en el área de influencia
- c) Planeación de los estudios de campo
- d) Recopilación de información documental

A continuación se presenta una descripción de cada uno de los incisos listados.

- a) Planeación de las actividades; éstas se muestran en el programa de trabajo en la sección 5 de este documento, las cuales forman parte de un programa multidisciplinario cuyos objetivos son obtener resultados confiables por el presente estudio.
- b) Recorridos en el área de influencia; se llevaron a cabo recorridos en el área de influencia al nuevo trazado. Los recorridos se realizaron en periodos valles y picos, tanto en la mañana como en la tarde. Es importante mencionar que estos recorridos no forman parte a los propuestos en los estudios de campo, ya que estos se están realizando actualmente por separado. Los principales objetivos obtenidos con los recorridos a esta sección son las siguientes:



- Conocer el área de influencia
- Tomar muestras de los tiempos de viaje, que sirvieron como base para la elaboración de la encuesta de preferencia declarada.
- Conocer de una forma general y básica las condiciones físicas de la red carretera en el área de influencia.
- Ubicar los puntos donde se realizarán las encuestas de origen – destino y las encuestas de preferencia declarada. Los puntos seleccionados son los siguientes (Figura 4):

#### **Punto de encuesta No. 1**

En el área de Aurora, frente a los tanques de agua ESPH sobre la ruta 106.

#### **Punto de encuesta No. 2**

En el área de la Carpintera y la Urbanización Monte Rosa, sobre la ruta San Francisco de Heredia a El Barreal.

#### **Punto de encuesta No. 3**

Sobre la ruta No. 3, que empieza desde el puente Juan Pablo II sobre la autopista General Cañas y finaliza en el Sureste de Heredia, enfrente del edificio u oficinas del Grupo Bolaños y el área en construcción de un edificio industrial.

#### **Punto de encuesta No. 4**

Sobre la ruta que empieza en la intersección entre la ruta No.3 y la ruta de La Valencia a Santo Domingo de Heredia, frente a fábrica de Café Fedecoop y a 1200 metros este de la intersección con la ruta Uruca – Heredia.

#### **Punto de encuesta No. 5**

En el área de Santo Domingo de Heredia. Cerca del Cementerio Municipal de San Domingo entre la Estación de Servicio (Bomba de Gasolina) Shell, el Taller Somoin, S.A., y la propiedad del Ing. Civil Francisco Vargas.

#### **Punto de encuesta No. 6**

En el área de Santo Tomás de Heredia, sobre la ruta 116, entre las urbanizaciones Residencial Calle del Rey y el Centro de Información de la urbanización Pueblo del Rey cerca del Taller de servicio Bogantes.

- c) Planeación de los estudios de campo; esta tarea contempla prácticamente dos grandes actividades, la primera corresponde a la elaboración de formatos para los siguientes estudios:

- Tiempos de recorrido por la red de influencia
- Levantamientos de características físicas y operacionales de la red de influencia
- Perfiles manuales
- Encuestas de origen – destino
- Encuestas de preferencia declarada

La segunda corresponde a la elaboración del programa para ejecutar los estudios de campo. Con respecto a la elaboración de los formatos para los estudios de campo, éstos se obtuvieron considerando los objetivos del estudio y adaptándolos al ambiente del área de influencia. Una copia de los formatos que se utilizarán ha sido incluida en el Anexo C de este informe. Es importante destacar que estos formatos fueron presentados al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y al Consejo Nacional de Concesiones (CNC) para recibir su aprobación y sugerencias. Los formatos presentados ya incluyen las sugerencias hechas por parte de las entidades mencionadas.

En lo correspondiente a la programación a los estudios de campo, se tiene la siguiente:

- i. Encuesta Piloto de Preferencia Declarada 28 de Marzo del 2001
- ii. Encuesta de Preferencia Declarada entre Semana 3 y 5 de Abril del 2001
- iii. Encuesta de Origen-Destino entre Semana 3 y 5 de Abril del 2001
- iv. Encuesta de Preferencia Declarada en fin de Semana 7 y 8 de Abril del 2001
- v. Encuesta de Origen-Destino en fin de Semana 7 y 8 de Abril del 2001
- vi. Levantamiento de Características Físicas del 26 al 31 de Marzo del 2001
- vii. Tiempos de Recorrido del 26 al 31 de Marzo del 2001
- viii. Perfiles manuales de 24 horas entre Semana 3 y 5 de Abril del 2001
- ix. Perfiles manuales de 24 horas en fin de Semana 7 y 8 de Abril del 2001

Con la ubicación de los estudios de campo y el programa de ejecución, el cliente inició una campaña de publicidad y promoción para informar al público de los estudios a realizar e invitarlos a participar. De acuerdo con el punto a y b referentes a la encuesta de preferencia declarada, se llevó a cabo la estimación de la muestra a captar para cada punto de encuesta, así como también por tipo de vehículo y periodo entre semana y fin de semana, incluyendo para cada uno de ellos el periodo pico AM y PM, así como hora valle.

Es importante mencionar que el objetivo principal de este estudio es estimar el valor del tiempo a los potenciales usuarios de la Nueva Radial Heredia – San José, es decir, El objetivo es estimar hasta cuánto están dispuestos a pagar por ahorrarse un minuto de su tiempo.

Para este tipo de estudio es importante realizar una prueba piloto con la cual se observará si el diseño de la encuesta es bueno o se requiere ajustar, así como también identificar si el personal que aplicará la encuesta está bien capacitado. De acuerdo con lo antes mencionado, el día 28 de Marzo del 2001 se aplicó la encuesta piloto. Se obtuvo una muestra que permitió revisar la encuesta y cuyo resultado fue satisfactorio, por lo que esta será la definitiva para el estudio.

La encuesta se aplicó a autos privados, camiones de carga livianos y camiones de carga articulados. Los formatos empleados para este estudio pueden observarse en el Anexo C de este informe.

d) Recopilación de información documental; con respecto a esta parte, se inició la recopilación de información correspondiente, obteniendo toda la información de estudios anteriores u otro tipo de información que contribuya al presente estudio. La información a recopilar es la siguiente:

- Variables socioeconómicas
  - Población total
  - Población económicamente activa
  - Población económicamente activa ocupada
  - Ingreso Medio
  - Estratificación de ingresos
  - Índices de motorización
  - Vehículos registrados
  - Vehículos nuevos adquiridos
  - Tendencias y proyecciones demográficas
  - Producto Interno Bruto
  - Inflación
  - Tasas de interés
  - Cambio de la moneda
  - Otras variables macroeconómicas

Obtención de documentos correspondientes a estudios realizados previamente, los cuáles se encuentran en la bibliografía listada en Anexo B de este informe. Dentro de esta actividad se han obtenido documentos correspondientes al estudio denominado: Sistema Integrado de Transporte del Gran Área Metropolitana (SIATGAM). La información que será extraída del estudio SIATGAM será la siguiente:

- Zonificación del área de influencia
- Aforos Históricos o Existentes
- Encuestas de tráfico
- Factores de expansión
- Volúmenes de Tráfico normal, generado, atraído y desviado
- Proyecciones de TPDA
- Modelo utilizado

- Metodología utilizada en el estudio
- Lugares de estudios de campo
- Digitalización de la red
- Bases de Datos
- Matrices de Origen y Destino
- Características operativas de la red vial
  - Tipo de vía
  - Longitud
  - Estado de la vía (IRI)
  - Sentidos de circulación
  - Número de carriles
  - Velocidades de recorrido
  - Análisis de capacidad y niveles de servicio
- Se han visitado diferentes entidades gubernamentales como el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, el Consejo Nacional de Concesiones, el Banco Central de Costa Rica y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. En estas entidades se han obtenido la siguiente información:
  - Conteos históricos
  - Red carretera digitalizada
  - Cartografía
  - Tipología de red vial principal de San José

## 7. ESTADO DE AVANCE

Durante el primer mes de trabajos del proyecto e incluso, como preparación antes de recibida la orden de inicio, el Consorcio ha estado ejecutando las tareas propias del comienzo de los trabajos como son: la obtención de información existente con respecto al proyecto (planes de desarrollo, información socioeconómica, infraestructura vial existente, inventario de red vial y transporte, entre otros), los recorridos por las diferentes alternativas de ruta y por sobre todo, las entrevistas con las personas encargadas del proyecto o quienes lo conocen en mayor o menor detalle, dentro de las instituciones de carácter nacional tales como el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, el Consejo Nacional de Concesiones, el Instituto Geográfico Nacional y el Catastro Nacional. Lo anterior complementado con el establecimiento del Plan de Calidad del proyecto, el cual incluye los aspectos de procedimientos, formatos y registros que se manejarán dentro del mismo con el fin de tener un óptimo control del proyecto y especialmente de los documentos que en él se produzcan. También se han identificado las alternativas de trazado, revisando las características del proyecto original. De la misma manera, se han establecido planes detallados para la

---

realización de encuestas (se entregaron al CNC formatos), aforos, estudios topográficos, procedimientos para estudios de campo y su metodología general.



---

# **ANEXO A.**

# **LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA**

**CONSORCIO RADIAL HEREDIA**

**LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA**

**PROYECTO GC-802, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA CONCESION DE LA RADIAL HEREDIA - SAN JOSE**

Fecha de actualización: 23-03-2001

DOCUMENTO	TIPO		No. Rev.	COMUNICACIÓN No.	FECHA DE ENTRADA	NOTAS DE VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS (1)	VERIFICADO POR	RESPONSABLE TEMPORAL	ARCHIVO MAGNETICO	A
	E	I								
Planos del Estudio de la Nueva Radial Heredia, Elaborados por INDECA	X		-		07-Mar-01	Copias de planos planta -perfil, secciones típicas y cantidades de obra completos. No se copiaron los planos de estructuras y de intersecciones. Se espera recibir archivos magnéticos posteriormente. Los planos no tienen coordenadas	AFM - CCA	CCÁ, Bogotá		
Planos del Estudio de la Nueva Radial Heredia, Elaborados por INDECA	X		-		23-Mar-01					
Estudio de viabilidad financiera e impacto ambiental del proyecto de carretera del anillo periférico, Elaborado por INDECA	X		-		13-Feb-01	Informe de actualización de impacto ambiental, Nov 2000. Este informe constituye la información sobre el Anillo Periférico, dado que no se ha iniciado el estudio para Factibilidad para concesión del proyecto.	AFM - EBR - RTV	AFM- DEPPAT	Informe en medio magnético.	
Fotografías aéreas ampliadas escala 1:17.500 de la zona del proyecto, IGN- Proyecto Terra.	X		-		05-Mar-01	Cubren toda la zona del proyecto con suficiente claridad.	AFM- CCA	AFM		
Normas y Diseños para la Construcción de carreteras del plan vial. 1966	X		-		07-Mar-01	Completas	AFM - CCA	CCA		
Diseño Hidrológico e Hidráulico de drenajes menores X de carreteras, Ramiro Gamboa UCR, 1969	X		-		07-Mar-01	Completo	AFM - GMS	GMS		
Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas para carreteras, Ernesto Rodríguez, 1989.	X		-		07-Mar-01	Completo	AFM GMS	GMS		
Diseño Preliminar Autopista General Cañas, Louis Berger Group, 1999	X		-		13-Feb-01	Completo. Incluye planos e informes.	AFM	AFM- DEPPAT	Informe en medio magnético.	

**CONSORCIO RADIAL HEREDIA**

**LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA**

PROYECTO GC-802, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA CONCESION DE LA RADIAL HEREDIA - SAN JOSE

Fecha de actualización: 23-03-2001

DOCUMENTO	TIPO		No. Rev.	COMUNICACIÓN No.	FECHA DE ENTRADA	NOTAS DE VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS (1)	VERIFICADO POR	RESPONSABLE TEMPORAL ARCHIVO MAGNETICO	A
	E	I							
Ortofotografía de la zona de estudio. Base cartográfica digital	X		-		23-Mar-01	Completo. Incluye planos y ortofotografía en medio magnético	AFM	AFM- Informe en medio magnético.	
Planos de anteproyecto del Anillo Periférico en el Sector A. 1980	X				27-Mar-01	Falta el plano 10 de 21 correspondiente a la zona de la autopista General Cañas.	AFM	AFM - CCA Bogotá	
Proyecto Heredia - Anillo periférico de Carlos Leyva Milano 1980	X				26-Mar-01	Se debe complementar con los planos del anteproyecto.	AFM	AFM	
Normas para el diseño y construcción de carreteras CR 77. MOPT 1977	X				26-Mar-10	Completo	AFM	AFM	
Manual de dispositivos de control de tránsito	X				26-Mar-01	Completo	AFM - RTV	RTV- Archivo magnético CD	
Academia Nacional de Ciencias de San José: San José: Gloria Ocaso y Rescate. Instituto Tecnológico de Costa Rica.	X						EBR	EBR-ABR	
Alcance No. 16. Diario Oficial La Gaceta No. 96. 20 de mayo, 1998: Reglamento Plan Subregional NO.	X						EBR	EBR-ABR	
Arredondo, S., 1994: Aguas Subterráneas y Fuentes Termales. En Denyer, P. & Kussmaul, S. (comp.) 1994: Atlas Geológico. Gran Área Metropolitana. 1ª edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 275 p.	X						EBR	EBR-ABR	
Asociación Nacional Pro Medio Ambiente (PROAMBIENTE), 1998: Plan Regulador del Cantón de Santo Domingo de Heredia. Informe Técnico no. Aprobado.	X						EBR	EBR-ABR	
Astorga, A., 2000: Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Hidroeléctrico General. Cuenca del Río Chimipó Región Norte de Costa Rica.	X						EBR	EBR-ABR	
BGS-SENARA, 1985: Mapa Hidrogeológico del Valle Central.	X						EBR	EBR-ABR	

**CONSORCIO RADIAL HEREDIA**

**LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA**

PROYECTO GC-802, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA CONCESION DE LA RADIAL HEREDIA - SAN JOSE

Fecha de actualización: 23-03-2001

DOCUMENTO	TIPO		No. Rev.	COMUNICACIÓN No.	FECHA DE ENTRADA	NOTAS DE VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS (1)	VERIFICADO POR	RESPONSABLE TEMPORAL ARCHIVO MAGNETICO	A
	E	I							
Castro, L., 1992: Plan Maestro del Transporte Urbano en el GAM, 1992-2012. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
CATIE, 1998: Diagnóstico de Estado Actual de Manejo y Conservación la Cuenca Alta del Río Virilla, Cuenca Prioritaria Piloto. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
CNE, 1993: Atlas de Amenazas Naturales y de Infraestructura. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
Compañía Nacional de Fuerza y Luz, 1993: Plan for the Improvement of the Environment in the Upper Part of the Virilla River Basin. PLAMAVIRILLA. Informe Técnico. 85 p.	X						EBR	EBR-ABR	
Compañía Nacional de Fuerza y Luz, 1995: Rescatemos el Río Virilla. -Revista Semestral CNFL. Año 1, 1.	X						EBR	EBR-ABR	
Decreto 22890-MIRENEM, 24 de febrero, 1994: Guía para la Elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental para la Ejecución de Obras Públicas.	X						EBR	EBR-ABR	
Denyer, P. & Arias, O., 1991: Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica. -Rev. Geol. América Central, 12: 1-60.	X						EBR	EBR-ABR	
Denyer, P. & Kussmaul, S. (comp.) 1994: Atlas Geológico. Gran Área Metropolitana. 1ª edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 275 p.	X						EBR	EBR-ABR	
DEPPAT S.A., 1998: Estudio de Impacto Ambiental Zona Franca Barreal de Heredia. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
Echandi, E., 1981: Unidades Volcánicas de la Vertiente Norte de la Cuenca del Río Virilla, Costa Rica. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. Tesis de Licenciatura. 123 p.	X						EBR	EBR-ABR	

**CONSORCIO RADIAL HEREDIA**

**LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA**

**PROYECTO GC-802, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA CONCESION DE LA RADIAL HEREDIA - SAN JOSE**

Fecha de actualización: 23-03-2001

DOCUMENTO	TIPO		No. Rev.	COMUNICACIÓN No.	FECHA DE ENTRADA	NOTAS DE VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS (1)	VERIFICADO POR	RESPONSABLE
	E	I						TEMPORAL
Gamboa G., et al., 1983: Mapa de Cobertura Vegetal X del Parque Nacional Braulio Carrillo. Informe Técnico. 150 p.	X						EBR	ARCHIVO MAGNETICO EBR-ABR
GETINSA - NOVOTECNI y ASOCIADOS, 1999: Estudio de Factibilidad para la Concesión de Obra con Servicio Público de Tres Viaductos Urbanos en la Ciudad de San José. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Consejo Nacional de Concesiones. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR
Gómez, A., 1987: Evaluación del Potencial de los Acuíferos y Diseño de Captaciones de Agua Subterránea en la Zona de Puentes Mulas, Provincia de Heredia, Costa Rica. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. Tesis de Licenciatura. 66 p.	X						EBR	EBR-ABR
ICAA, 1990: Plan Maestro de Saneamiento y Alcantarillado para el Gran Área Metropolitana. Resumen Ejecutivo.	X						EBR	EBR-ABR
INDECA CONSULTORES, 2000: Estudio de Viabilidad Financiera e Impacto Ambiental del Proyecto de Carretera del Anillo Periférico. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR
INDECA Ltda., CONSULTEC S.A., 1999: Estudio de Impacto Ambiental Urbanización Cielo Azul. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR
INFOREST, 1999: Estudio de Impacto Ambiental Urbanización Villa Adobe. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR
INFOREST, 2001: Estudio de Impacto Ambiental Planta de Gaviones Maccaferri Industrial. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR
INGENIERÍA CIVIL ICESA S.A., 1998: Estudio de Impacto Ambiental Planta de Mezcla Asfáltica. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR

**CONSORCIO RADIAL HEREDIA**

**LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA**

PROYECTO GC-802, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA CONCESION DE LA RADIAL HEREDIA - SAN JOSE

Fecha de actualización: 23-03-2001

DOCUMENTO	TIPO		No. Rev.	COMUNICACIÓN No.	FECHA DE ENTRADA	NOTAS DE VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS (1)	VERIFICADO POR	RESPONSABLE TEMPORAL ARCHIVO MAGNETICO	A
	E	I							
Ingenieros y Geólogos, S.A., 1988: Diagnóstico del Estado Actual de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Río Virilla, San José, Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
INVI, 1983: Plan Regional Metropolitano del GAM, Imprenta Nacional. San José. 388 p.	X						EBR	EBR-ABR	
KPMG, 1997: Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto INTEL A6 Costa Rica. Anexo I.	X						EBR	EBR-ABR	
La Gaceta No. 186. Setiembre, 1999: Plan Director Urbano del Cantón de San José.	X						EBR	EBR-ABR	
Ministerio de Obras Publicas y Transportes, 1989: Guías Metodológicas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental: I, Carreteras y Ferrocarriles. Madrid, España.	X						EBR	EBR-ABR	
Ministerio de Vivienda y Asentamiento Humanos, 1990: Estudios del Uso del Suelo en el Gran Área Metropolitana en el Marco del Programa Ambiental. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
Ojeda, V., 1996: Recuperación de la Ciudad de San José. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
Paniagua, H.L. et al., 1998: Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Radial Desamparados – Fase I. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
Paniagua, S., 1994: Amenaza Volcánica. En Denyer, P. & Kussmaul, S. (comp.) 1994: Atlas Geológico. Gran Área Metropolitana. 1° edición. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 275 p.	X						EBR	EBR-ABR	
Pérez, W., 2000: Geología de la Formación Depósitos de Avalancha Ardiente, Costa Rica. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. Tests de Licenciatura. 160 p.	X						EBR	EBR-ABR	

**CONSORCIO RADIAL HEREDIA**

**LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA**

Fecha de actualización: 23-03-2001

**PROYECTO GC-802, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA CONCESION DE LA RADIAL HEREDIA - SAN JOSE**

DOCUMENTO	TIPO		No. Rev.	COMUNICACIÓN No.	FECHA DE ENTRADA	NOTAS DE VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS (1)	VERIFICADO POR	RESPONSABLE TEMPORAL ARCHIVO MAGNETICO	A
	E	I							
Protti, M., Gündel, F. & McNally, K., 1995: Correlation Between the Age of the Subducting Cocos Plate and the Geometry of the Wadati-Benioff Zone Under Nicaragua and Costa Rica. -Geol. Soc. Amer. Special Paper, 295: 309-326.	X						EBR	EBR-ABR	
Rehaga, U. & Asoc., 1999: Estudio de Impacto Ambiental Estación de Servicio Texaco. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
Rojas, M. & Sibaja, G.E., 1997: Sismotectónica de la Entrada del Golfo de Nicoya. Universidad de Costa Rica. Escuela Centroamericana de Geología. Proyecto de Investigación, Sismología, G-0025. Inédito. 20 p.	X						EBR	EBR-ABR	
Rojas, W., Lindholm, C. & Bungum, H., (1998): Seismic Hazard Analysis for the Metropolitan Area of the Central Valley, Costa Rica. Technical Report, NOR SAR, Norway, 59 p.	X						EBR	EBR-ABR	
Rojas, W. & Montero, W., 2000: Estudio de Sismicidad y Fallamiento Activo en la Zona del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, Alajuela. 21 p. Informe Técnico.	X						EBR	EBR-ABR	
Vargas, A., 1994: Evaluación de las Características Químicas de Aguas Superficiales e Hidrogeológicas de las Subcuencas Parte Alta Río Virilla y Río Durazno, Cantón de Vázquez de Coronado, Provincia de San José, Costa Rica. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica. Tesis de Licenciatura. 239 p.	X						EBR	EBR-ABR	
San José-Calera Toll Road Project	X				22-Mar-01		SLS	SLS	
Estudio de viabilidad de viaductos urbanos. GETINSA	X				22-Mar-01	Buenos ejemplos de encuestas anteriores	SLS	SLS	
Medición de flujos de tránsito en corredores de influencia	X						SLS	SLS	

**CONSORCIO RADIAL HEREDIA**

**LISTADO DE INFORMACIÓN DE ENTRADA**

Fecha de actualización: 23-03-2001

PROYECTO GC-802, ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA CONCESION DE LA RADIAL HEREDIA - SAN JOSE

DOCUMENTO	TIPO		No. Rev.	COMUNICACIÓN No.	FECHA DE ENTRADA	NOTAS DE VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS (1)	VERIFICADO POR	RESPONSABLE TEMPORAL ARCHIVO MAGNETICO	A
	E	I							
San José-Calera (83) INGETRANS	X				22-Mar-01	Información sobre estudios de tránsito en el área sur-este	SLS	SLS	
Tasas de generación de viajes en el proyecto San José-Calera.	X				22-Mar-01		SLS	SLS	
Revisión de de demanda para la concesión Ciudad Colón-Oreña.	X				22-Mar-01		SLS	SLS	
Estudio de factibilidad del proyecto del corredor vial San José-Zapote Cartago	X				21-Mar-01	Buena información sobre estudios de tránsito	SLS	SLS	
ETUGAM. Informe final anexo 3	X				20-Mar-01		SLS	SLS	
ETUGAM. 1989 Informe de avance No. 4	X				20-Mar-01	Información sobre plan maestro de área metropolitana	SLS	SLS	
ETUGAM. Anexo 4 MOPT	X				20-Mar-01		SLS	SLS	
ETUGAM. 1989 Informe de avance No. 6	X				20-Mar-01		SLS	SLS	
ETUGAM. 1989 Informe de avance No. 2	X				20-Mar-01		SLS	SLS	
ETUGAM. 1989 Informe de avance No. 3	X				20-Mar-01		SLS	SLS	

Convenciones: A: Archivado, TIPO: E: Externo, I: Interno.

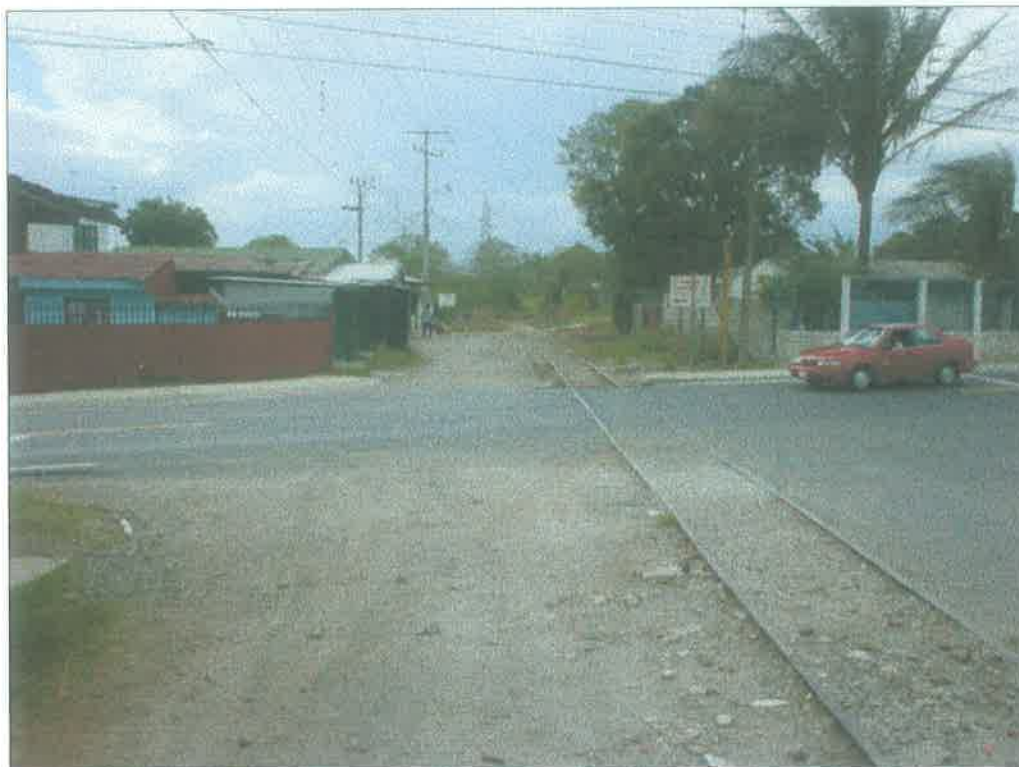
(1) Se verifica que la información sea correcta, suficiente y vigente con respecto a los requisitos especificados, procedimiento GC-639-P003

GC-802-R003 Rev. 0  
Marzo del 2001



## **ANEXO B.**

# **ANEXO FOTOGÁFICO**



**Zona del ferrocarril sobre la Vía a La Valencia. Vista hacia adelante**



**Precaristas invadiendo el corredor de la radial.**



**Ferrocarril sobre el Río Bermúdez. Vista hacia atrás.**



**Zona del ferrocarril sobre la Vía a La Valencia. Vista hacia atrás**



**Cruce del ferrocarril sobre Río Virilla existente. Vista hacia atrás**



**Ferrocarril sobre el Río Bermúdez. Vista hacia adelante**



**Av Séptima. Vista hacia adelante entre La Uruca y la Quebrada Rivera. Corredor disponible**



**Av Séptima. Vista hacia atrás entre La Uruca y la Quebrada Rivera. Corredor disponible**



**Corredor para prolongación de la circunvalación en la Uruca**



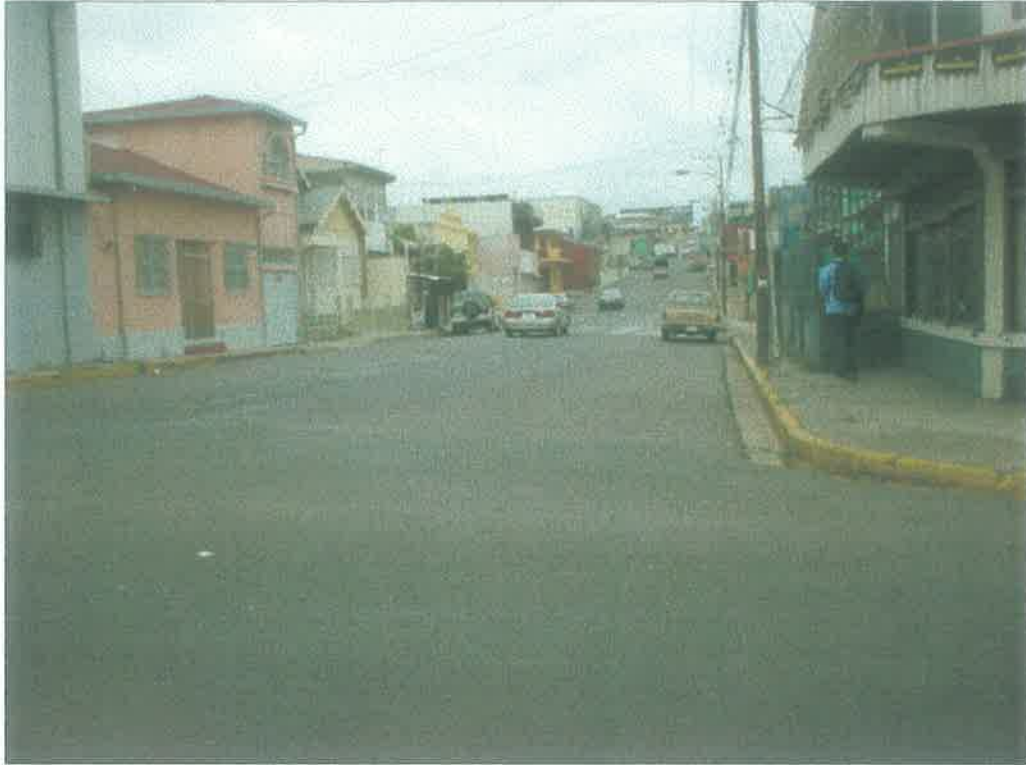
**Vista adelante de corredor antes del cruce de la Uruca**



**Conexión entre Av de Las Américas y prolongación de la Av Séptima en Sabana Norte. Vista hacia el este**



**Conexión entre Av de las Américas y prolongación de la AV Séptima en Sabana Norte. Vista hacia el oeste. Cruce sobre la General Cañas.**



**Av Séptima. Vista hacia el este. Sitio donde empalmará la radial**



**Quebrada y llegada al río Torres vista hacia adelante del corredor de la vía. Necesidad de rellenos**



**Cruce del ferrocarril sobre el Río Virilla.Desvío.**



**Cruce del ferrocarril sobre el Río Virilla.Desvío.**



**Cruce sobre el Río Virilla. Vista hacia adelante**



**Cruce sobre el Río Virilla. Vista hacia atrás. Corredor libre**



**Precaristas invadiendo el corredor de la radial en el barrio Leon XIII**



**Vista hacia atrás entre La Uruca y la Quebrada Rivera. Corredor disponible**



**Sitio de cruce sobre la Quebrada Rivera**



**Vista hacia atrás entre La Uruca y la Quebrada Rivera. Corredor disponible**



Zona del ferrocarril en Heredia. Vista Hacia adelante



Zona del ferrocarril en Heredia. Vista hacia atrás.



**Corredor libre de la radial al llegar a Heredia.**



## **ANEXO C.**

# **FORMATOS DE ENCUESTAS**







CARRETERA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

UBICACIÓN: \_\_\_\_\_ SENTIDO: \_\_\_\_\_

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ PERIODO HORARIO: \_\_\_\_\_ hrs. a las \_\_\_\_\_ hrs.

Tipo de vehículo: A  M  B2  B3  C  No de ejes: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_ Submarca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Origen: Barrio o \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_

Punto de referencia \_\_\_\_\_

Destino: Barrio o \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_

Punto de referencia \_\_\_\_\_

Motivo: Trabajo  Recreación  Estudio  Compras  Tramites Personales  Otros

Frecuencia (veces por): Día  Semana  Mes  Año

Numero de ocupantes: \_\_\_\_\_

Ingreso (Miles de Colones): Menos de 100  de 100 a 300  de 300 a 500  de 500 a 700  más de 700

Vehículo: Propio  Empresa

Toma ud. la decisión de pagar el peaje? sí  no

Por que eligió esta ruta? Por Tiempo  Por Distancia  Por características de la vía  Otros

Tiempo de recorrido (en minutos): \_\_\_\_\_

**Importante: Decir a los encuestados que tomen en cuenta en sus decisiones el motivo y la frecuencia de su viaje**

**TARJETAS DE OPCIONES**

1 A B	2 A B	3 A B	4 A B	   
5 A B	6 A B	7 A B	8 A B	     
9 A B	10 A B			 



UBICACIÓN DEL AFORO: \_\_\_\_\_

AFORADOR: \_\_\_\_\_

SENTIDO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

CARRIL: \_\_\_\_\_

PERIODO: \_\_\_\_\_

HORA	A	MT	M	B2	B3	C2	C3	C4	C5	TOTAL
:00										
:15										
:15										
:30										
:30										
:45										
:45										
:00										
Subtotal										

HORA	A	MT	M	B2	B3	C2	C3	C4	C5	TOTAL
:00										
:15										
:15										
:30										
:30										
:45										
:45										
:00										
Subtotal										

HORA	A	MT	M	B2	B3	C2	C3	C4	C5	TOTAL
:00										
:15										
:15										
:30										
:30										
:45										
:45										
:00										
Subtotal										

HORA	A	MT	M	B2	B3	C2	C3	C4	C5	TOTAL
:00										
:15										
:15										
:30										
:30										
:45										
:45										
:00										
Subtotal										

**A** AUTOMOVIL

**MT** MOTOCICLETAS

**M** MICROBUS

**B2** AUTOBUS DE 2 EJES


**C2** CAMION DE 2 EJES

**C4** CAMION DE 4 EJES

**C5** CAMION DE 5 EJES O MAS

**B3** AUTOBUS DE 3 EJES

INTERSECCION \_\_\_\_\_ ACCESO \_\_\_\_\_  
 TRAMO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 PERIODO DE: \_\_\_\_\_ A: \_\_\_\_\_

**GIRO IZQUIERDO** 

HORA	A	MT	M	B2	B3	C2	C3	C4	C5 ó +	TOTAL
:00										
:15										
:30										
:45										
:00										
TOTAL										

**DE FRENTE** 

HORA	A	MT	M	B2	B3	C2	C3	C4	C5 ó +	TOTAL
:00										
:15										
:30										
:45										
:00										
TOTAL										

**GIRO DERECHO** 

HORA	A	MT	M	B2	B3	C2	C3	C4	C5 ó +	TOTAL
:00										
:15										
:30										
:45										
:00										
TOTAL										

A AUTOMOVIL      MT MOTOCICLETAS      M MICROBUS      B3 AUTOBUS DE 3 EJES      B2 AUTOBUS DE 2 EJES  
 CAMION DE 2 EJES      C3 CAMION DE 3 EJES      C4 CAMION DE 4 EJES      C5 CAMION DE 5 EJES O MAS

Nota: Hacer croquis de intersección al reverso y señalar el movimiento registrado

CARRETERA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_  
 UBICACIÓN: \_\_\_\_\_ SENTIDO: \_\_\_\_\_  
 ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ PERIODO HORARIO: De \_\_\_\_\_ hrs. A las \_\_\_\_\_ hrs.

**Tipo de vehículo:** A  M  B2  B3  C  No de ejes: \_\_\_\_\_  
 Marca: \_\_\_\_\_ Submarca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

**Origen:**  
 Barrio o \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
 Punto de referencia \_\_\_\_\_

**Destino:**  
 Barrio o \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
 Punto de referencia \_\_\_\_\_

**Motivo:**  
 Trabajo  Recreación  Estudio  Compras  Tramites Personales  Otros

**Frecuencia (veces por):** Día  Semana  Mes  Año

**Numero de ocupantes:** \_\_\_\_\_

**Ingreso (Miles de Colones):**  
 Menos de 100  de 100 a 300  de 300 a 500  de 500 a 700  más de 700

**Vehículo:** Propio  Empresa

**Toma ud. la decisión de pagar el peaje?** si  no

**Por que eligió esta ruta?** Por Tiempo  Por Distancia  Por Características de la vía  Otros

**Solo camiones**  
 Carga transportada: \_\_\_\_\_  
 Peso de la carga: \_\_\_\_\_ Unidades \_\_\_\_\_  
 La carga es de exportación o de importación? Si  No

**Tipo de vehículo:** A  M  B2  B3  C  No de ejes: \_\_\_\_\_  
 Marca: \_\_\_\_\_ Submarca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

**Origen:**  
 Barrio o \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
 Punto de referencia \_\_\_\_\_

**Destino:**  
 Barrio o \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_  
 Punto de referencia \_\_\_\_\_

**Motivo:**  
 Trabajo  Recreación  Estudio  Compras  Tramites Personales  Otros

**Frecuencia (veces por):** Día  Semana  Mes  Año

**Numero de ocupantes:** \_\_\_\_\_

**Ingreso (Miles de Colones):**  
 Menos de 100  de 100 a 300  de 300 a 500  de 500 a 700  más de 700

**Vehículo:** Propio  Empresa

**Toma ud. la decisión de pagar el peaje?** si  no

**Por que eligió esta ruta?** Por Tiempo  Por Distancia  Por Características de la vía  Otros

**Solo camiones**  
 Carga transportada: \_\_\_\_\_  
 Peso de la carga: \_\_\_\_\_ Unidades \_\_\_\_\_  
 La carga es de exportación o de importación? Si  No



Cal y Mayor y Asociados, S.C.

# ENCUESTA DE ORIGEN Y DESTINO Camiones de Carga

CARRETERA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

UBICACIÓN: \_\_\_\_\_ SENTIDO: \_\_\_\_\_

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ PERIODO HORARIO: De \_\_\_\_\_ hrs. A las \_\_\_\_\_ hrs.

Clasificación:  Camión Unitario: \_\_\_\_\_  Camión Articulado: \_\_\_\_\_ No. Ejes:

Tipo:  Servicio Particular: \_\_\_\_\_  Taxi de carga:

Marca: \_\_\_\_\_ Modelo: \_\_\_\_\_

Origen: Distrito \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_

Destino: Distrito \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_

Frecuencia (veces por): Día  Semana  Mes  Año

Vehículo: Propio  Empresa

Empresa transportista: \_\_\_\_\_

Carga de exportación o importación: SI  NO

Toma ud. la decisión de pagar la cuota? SI  NO

Carga transportada: \_\_\_\_\_ Peso de la carga \_\_\_\_\_ Unidades:



# TABLAS

**Tabla 1**  
**Informe Inicial**  
**Impacto de las Alternativas del Proyecto sobre el Medio Biológico**

Recurso	Componente			
	Diseño original	Alternativa "A"	Alternativa "B"	Alternativa "C"
Flora				
Fauna				
Ecosistemas frágiles				
Especies con poblaciones reducidas				
Especies en peligro de extinción				

**Tabla 2**  
**Informe Inicial**  
**Impacto de las Alternativas del Proyecto sobre el Medio Físico**

Recurso	Componente			
	Diseño original	Alternativa "A"	Alternativa "B"	Alternativa "C"
Agua Superficial				
Agua Subterránea				
Aire (olores)				
Aire (ruido)				
Suelo				

**Tabla 3**  
**Informe Inicial**  
**Impacto del Medio Físico sobre las Alternativas del Proyecto**

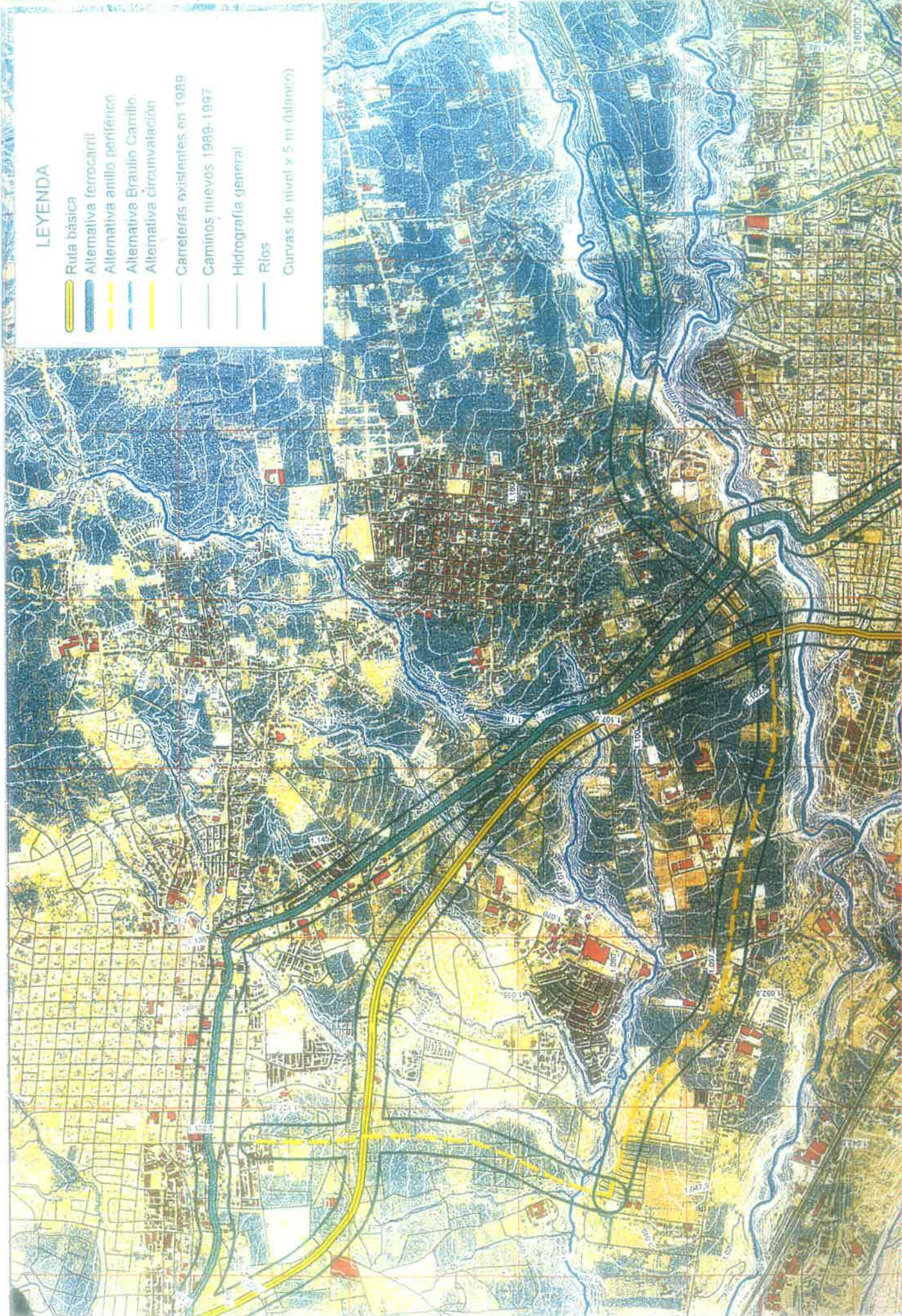
Componente	Amenaza Natural			
	Sismicidad	Vulcanismo	Deslizamiento	Inundaciones
Diseño original				
Alternativa "A"				
Alternativa "B"				
Alternativa "C"				

**Tabla 4**  
**Informe Inicial**  
**Impacto del Medio Social sobre las Alternativas del Proyecto**

Componente	Impacto del Medio Social				
	Disponibilidad de mano de obra	Disponibilidad de servicios	Organización comunal	Percepción	Patrones de vida
Diseño original					
Alternativa "A"					
Alternativa "B"					
Alternativa "C"					

# FIGURAS

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES, CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES  
RUTAS ESTUDIADAS, RADIAL HEREDIA - SAN JOSÉ



LEYENDA

- Ruta básica
- Alternativa ferrocarril
- Alternativa anillo periférico
- Alternativa Braulio Carrillo
- Alternativa circunvalación
- Carreteras existentes en 1989
- Caminos nuevos 1989-1997
- Hidrografía general
- Ríos
- Curvas de nivel x 5 m (blanco)



Figura 1

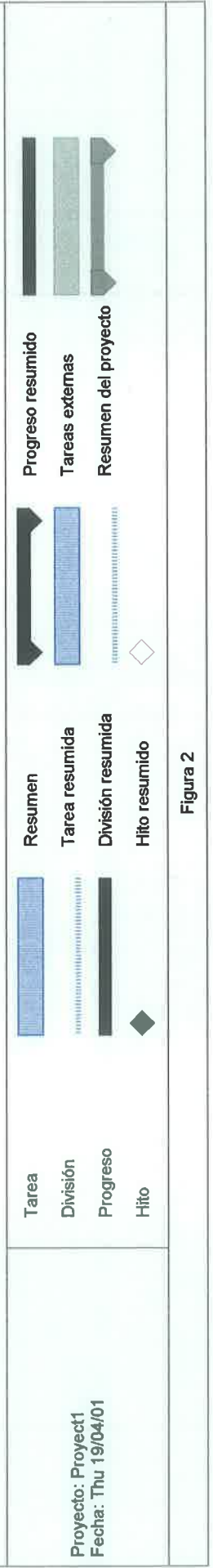
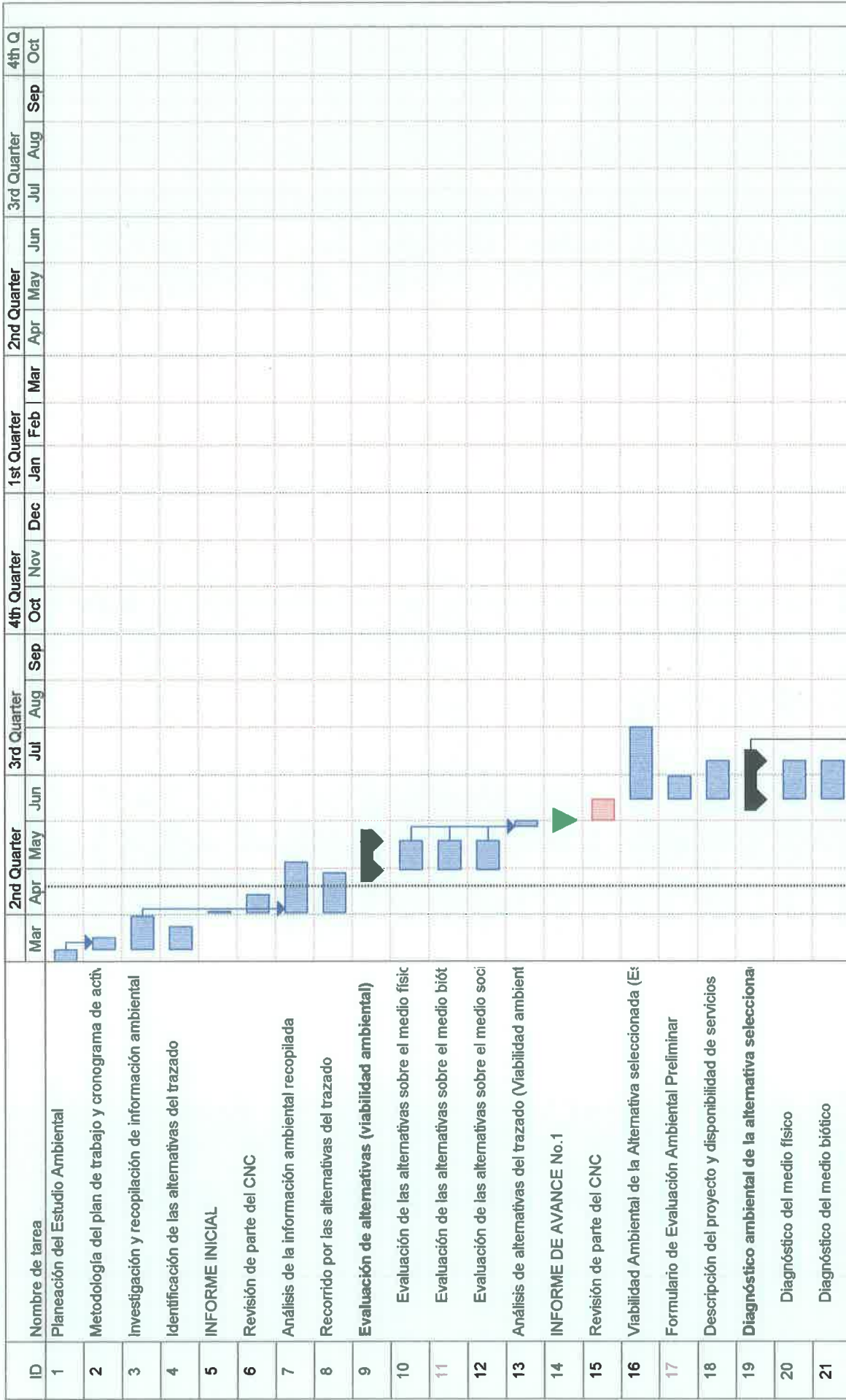


Figura 2

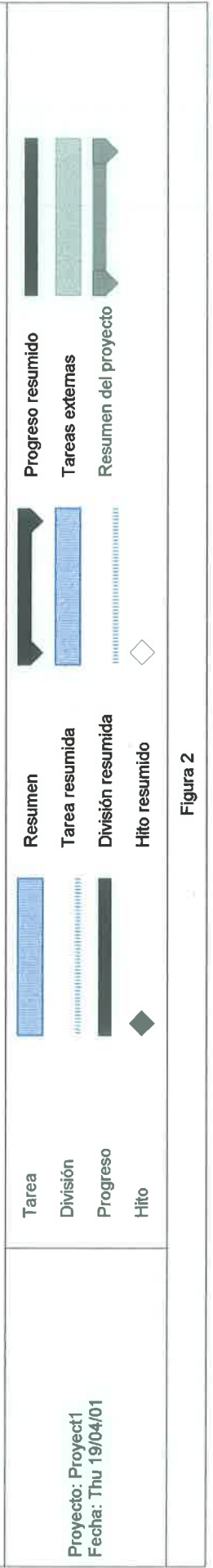
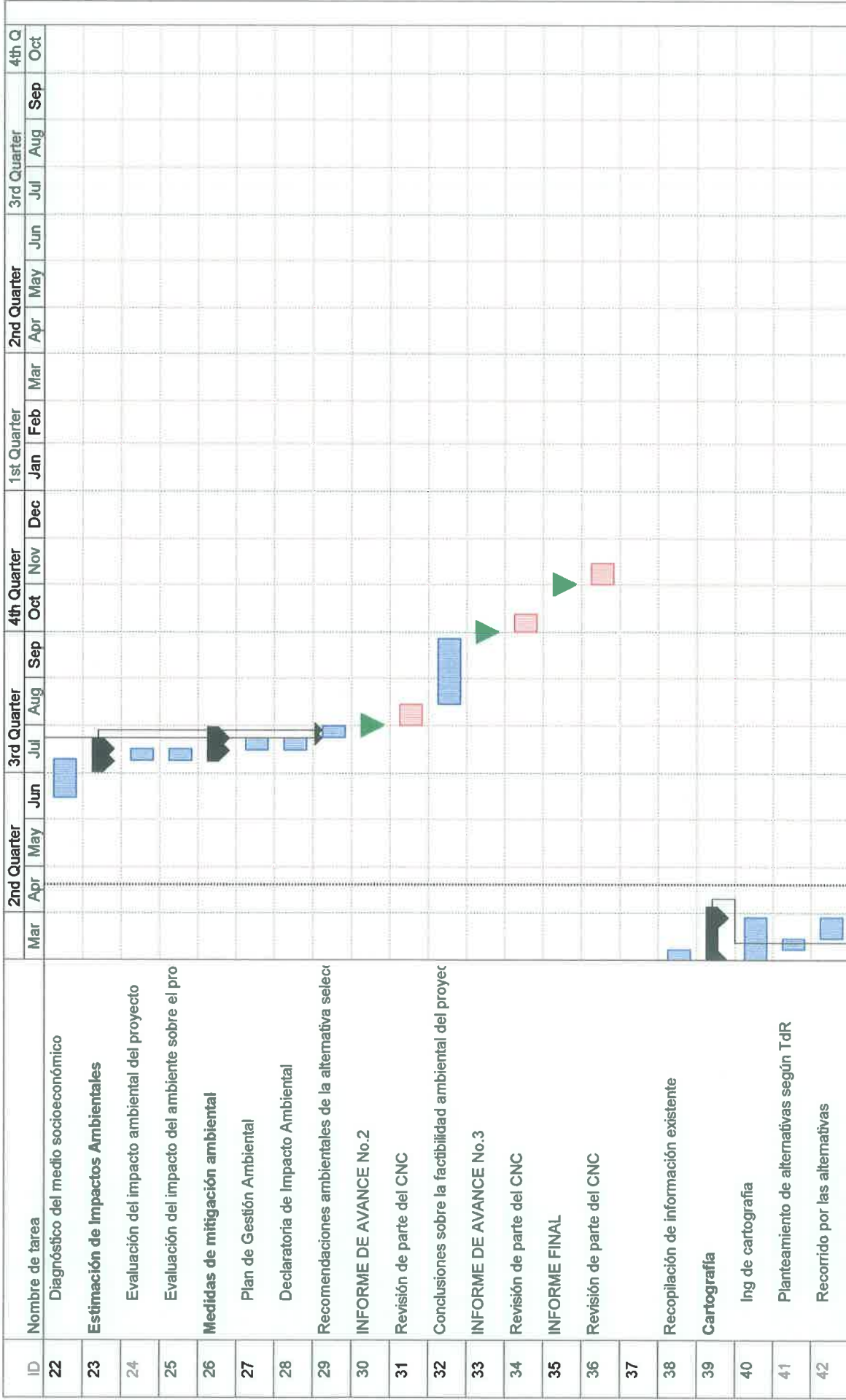


Figura 2

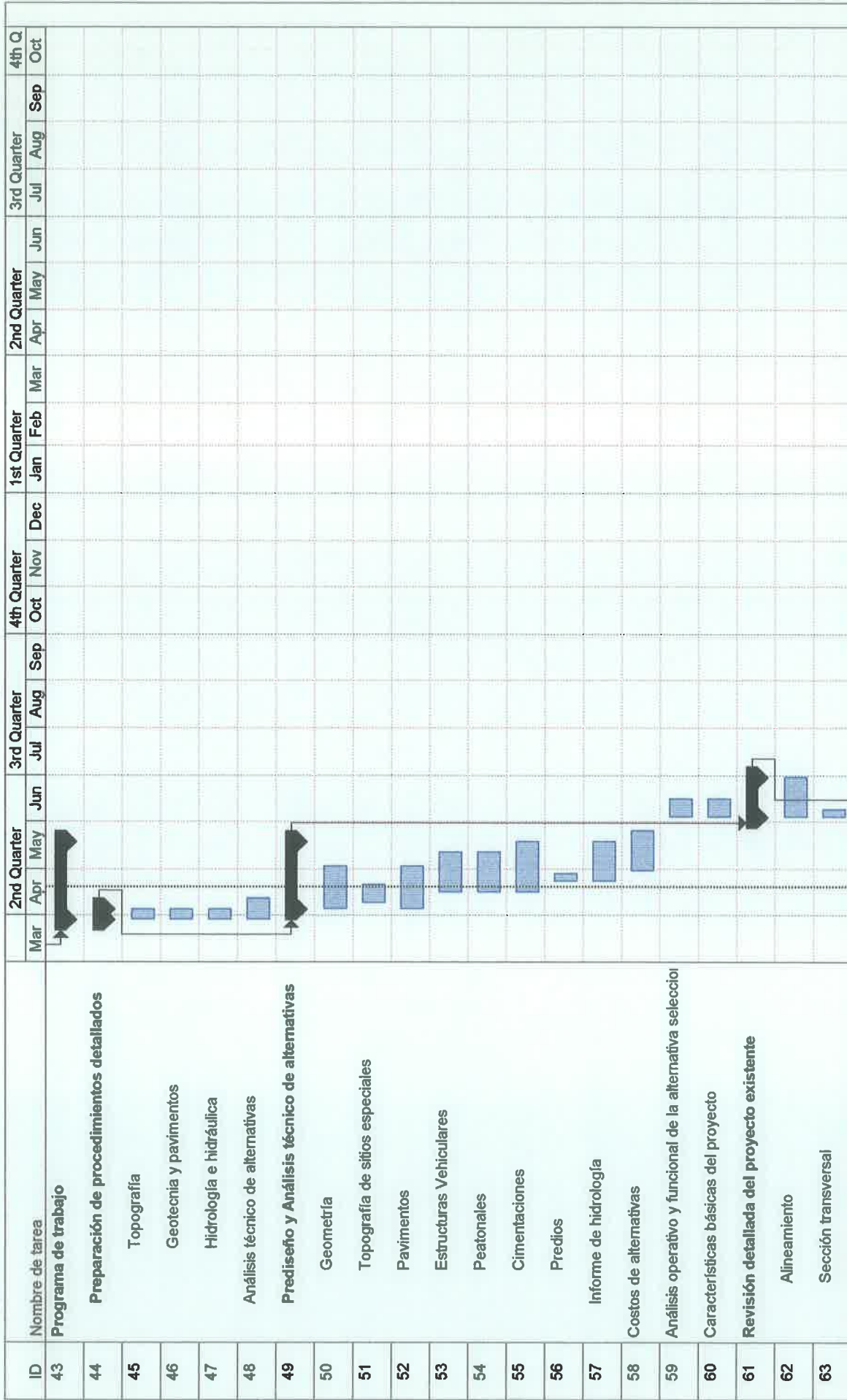
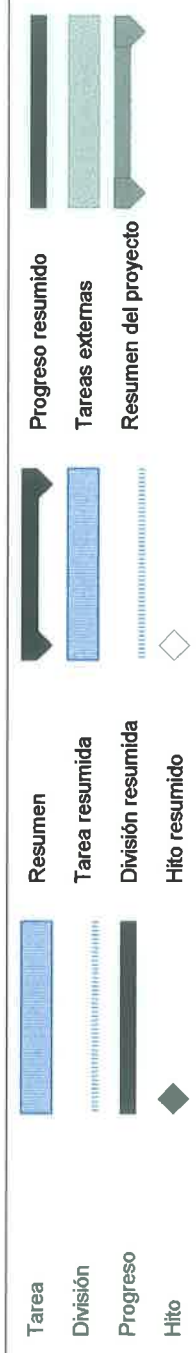
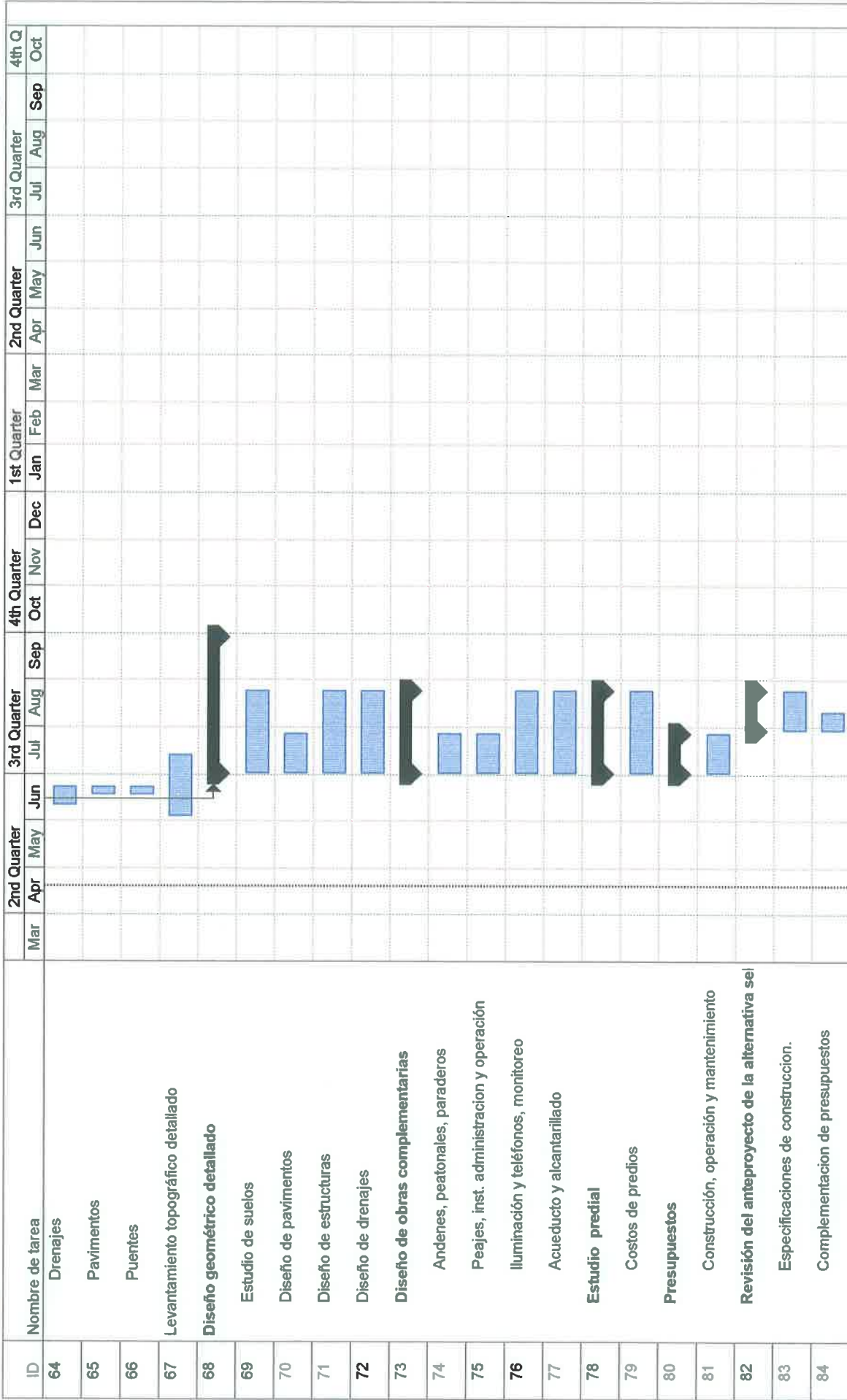


Figura 2



Proyecto: Project1  
 Fecha: Thu 19/04/01

Figura 2





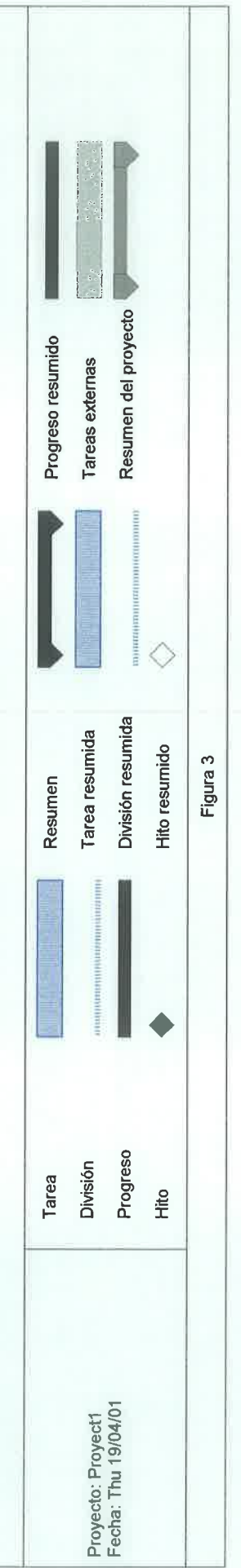
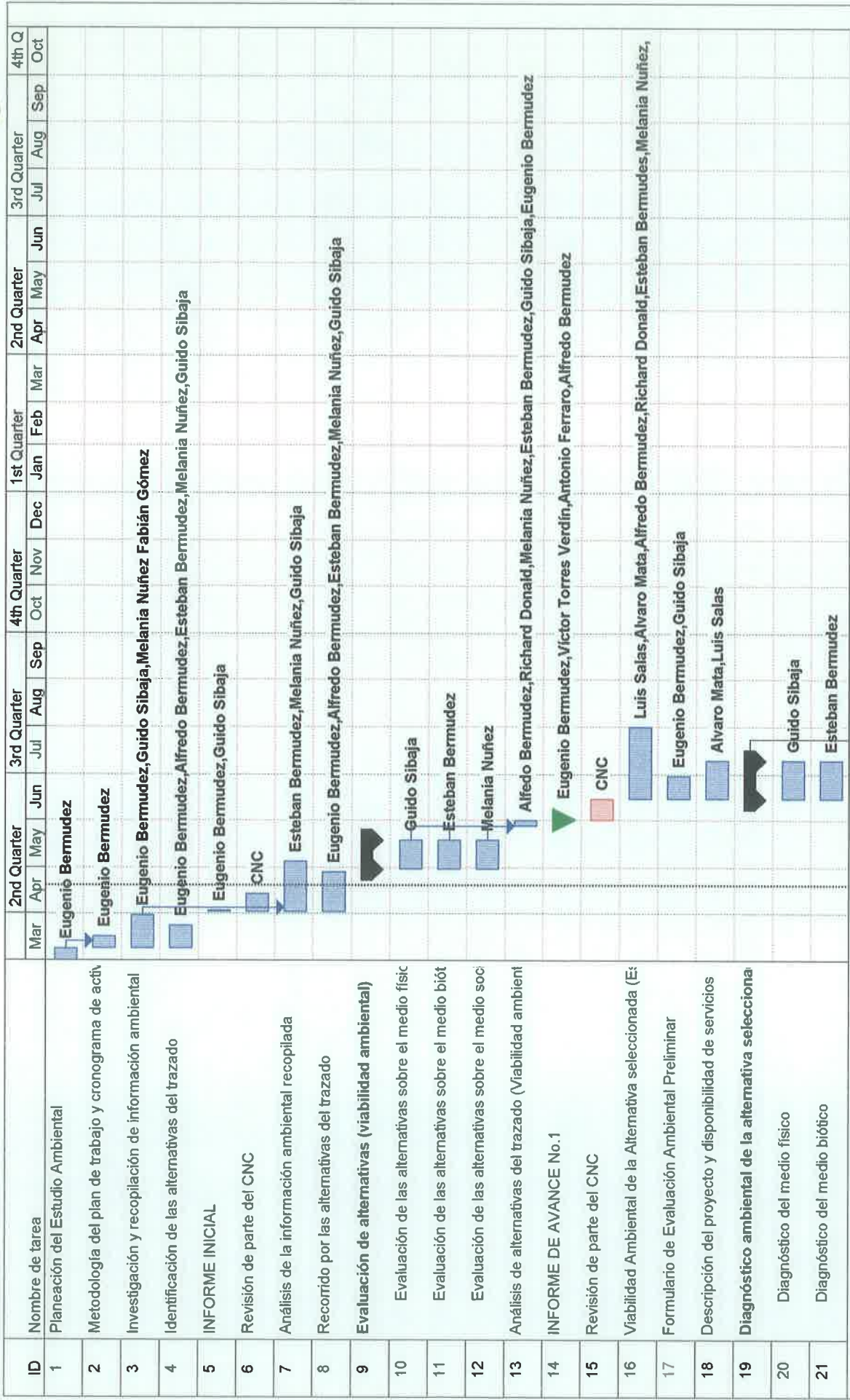


Figura 3

ID	Nombre de tarea	2nd Quarter		3rd Quarter			4th Quarter			1st Quarter			2nd Quarter			3rd Quarter			4th Q			
		Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	
22	Diagnóstico del medio socioeconómico				Melania Nuñez																	
23	<b>Estimación de Impactos Ambientales</b>																					
24	Evaluación del impacto ambiental del proyecto																					
25	Evaluación del impacto del ambiente sobre el pro																					
26	<b>Medidas de mitigación ambiental</b>																					
27	Plan de Gestión Ambiental																					
28	Declaratoria de Impacto Ambiental																					
29	Recomendaciones ambientales de la alternativa select																					
30	INFORME DE AVANCE No.2																					
31	Revisión de parte del CNC																					
32	Conclusiones sobre la factibilidad ambiental del proyec																					
33	INFORME DE AVANCE No.3																					
34	Revisión de parte del CNC																					
35	INFORME FINAL																					
36	Revisión de parte del CNC																					
37																						
38	Recopilación de información existente																					
39	<b>Cartografía</b>																					
40	Ing de cartografía																					
41	Plantear de alternativas según TdR																					
42	Recorrido por las alternativas																					

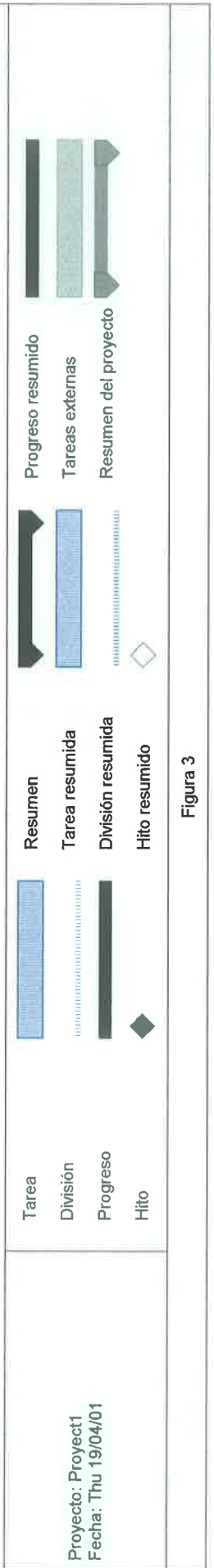


Figura 3

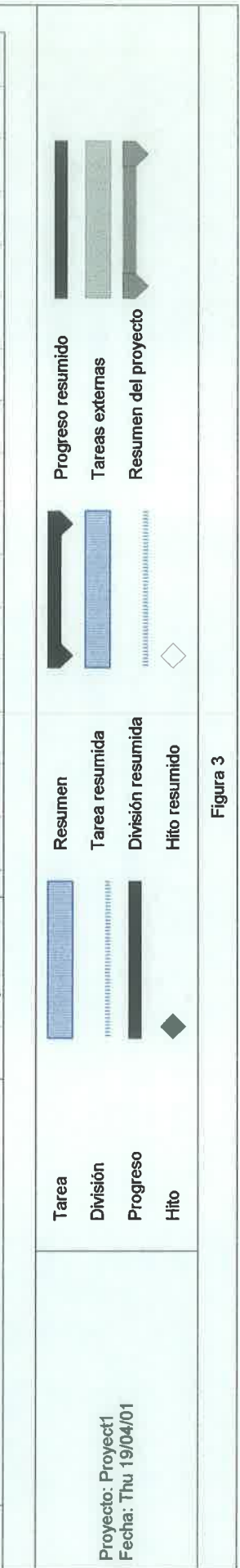
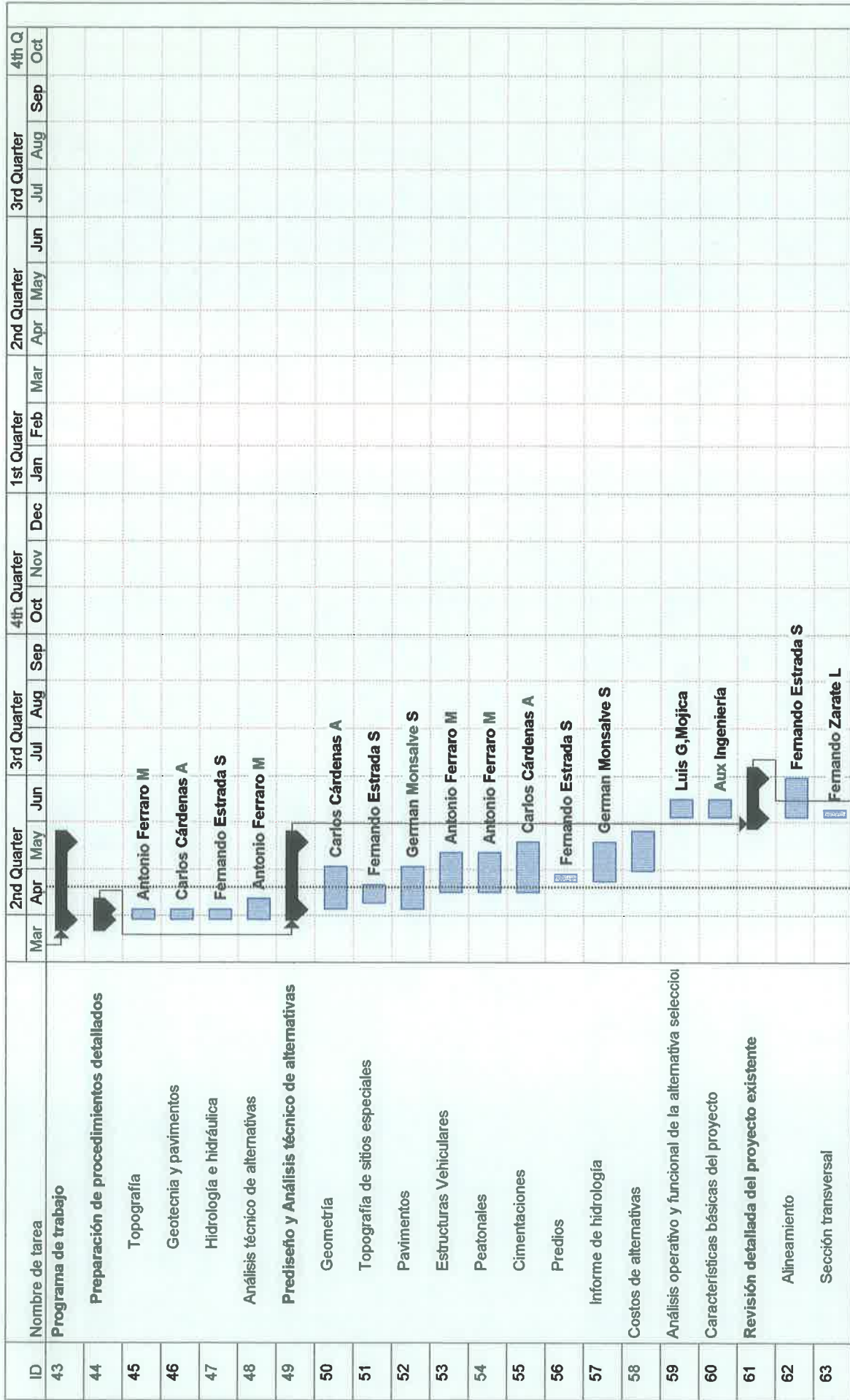


Figura 3

Proyecto: Project1  
 Fecha: Thu 19/04/01

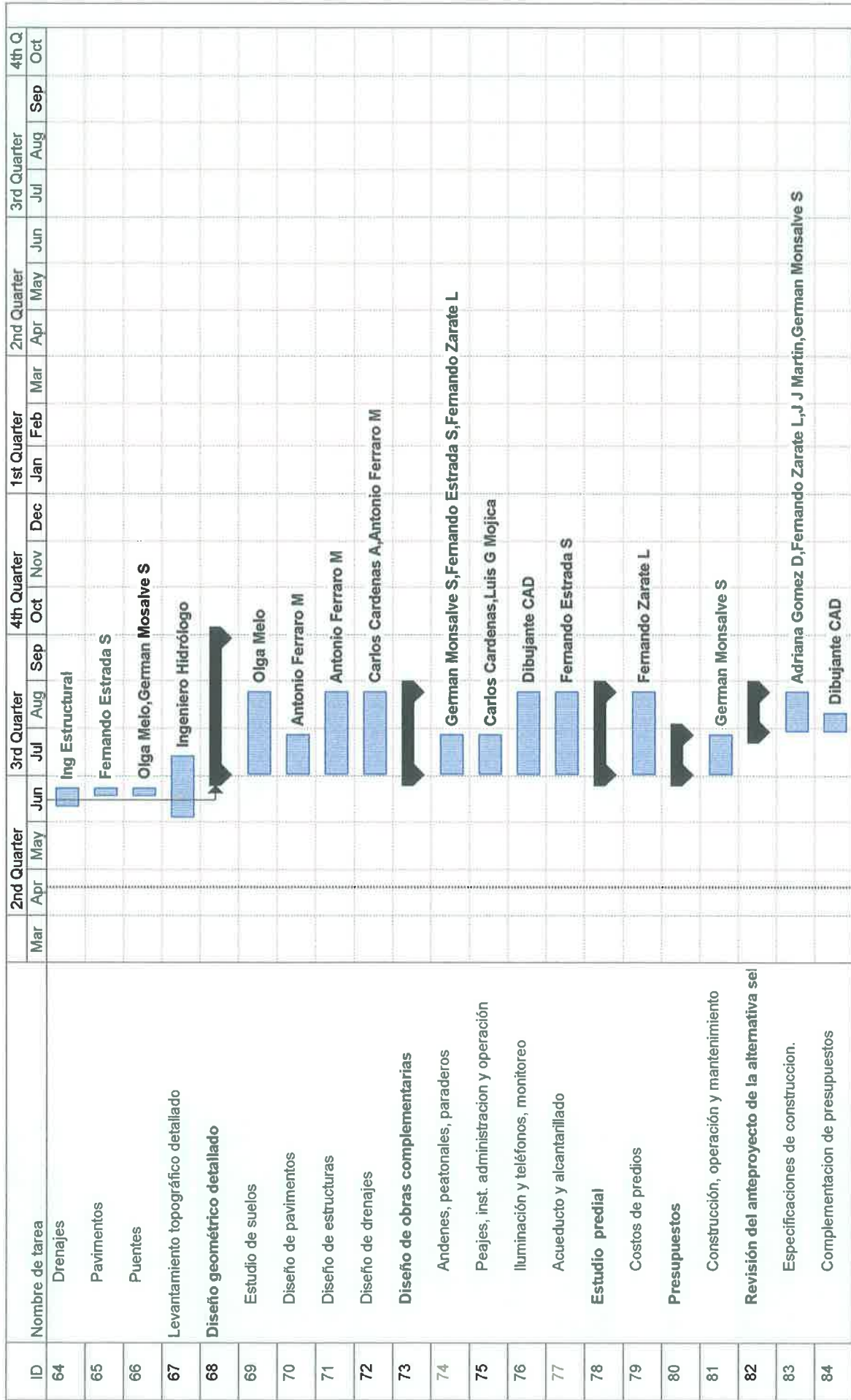


Figura 3

Proyecto: Project1  
Fecha: Thu 19/04/01



ID	Nombre de tarea	2nd Quarter		3rd Quarter			4th Quarter			1st Quarter			2nd Quarter			3rd Quarter			4th Q							
		Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct					
106	Ubicación de estaciones de peaje				Victor Torres,Hécor Sánchez,Sergio Lugo,Ana Karina Vizcarra																					
107	Definición del sistema de cobro				Victor Torres,Hécor Sánchez,Sergio Lugo,Ana Karina Vizcarra																					
108	Factibilidad técnica del proyecto				Victor Torres,Héctor Sánchez,Sergio Lugo,Marcos Noguerrón																					
109	Factibilidad económica del proyecto				Victor Torres,Héctor Sánchez,Sergio Lugo,Marcos Noguerrón																					
110	Factibilidad financiera del proyecto				Victor Torres,Héctor Sánchez,Sergio Lugo,Marcos Noguerrón																					



**Tarea** **Resumen** **Progreso resumido**

**División** **Tarea resumida** **Tareas externas**

**Progreso** **División resumida** **Resumen del proyecto**

**Hito** **Hito resumido**

Proyecto: Project1  
 Fecha: Thu 19/04/01

Figura 3