

E.C.  
442  
2001 / C1  
Eval. de alter.  
Análisis de viabi.  
ambiental

**C&M**  
Cal y Mayor y Asociados S.C.

**Informe Inicial**  
**GOMEZ, CAJIAO Y ASOCIADOS**  
INGENIEROS CONSULTORES



**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 de Avance No. 1**

**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS  
ANÁLISIS DE VIABILIDAD AMBIENTAL**

**CRH-SJ-002**



**Consejo Nacional de Concesiones**

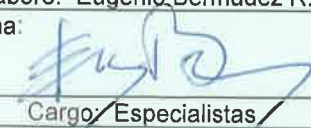

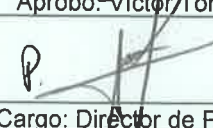


**DISEÑO PRELIMINAR Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
TÉCNICA, AMBIENTAL, ECONÓMICA Y FINANCIERA  
PARA LA CONCESIÓN DE OBRA  
CON SERVICIO PÚBLICO  
DEL PROYECTO NUEVA RADIAL  
HEREDIA-SAN JOSÉ**

**Informe de Avance No. 1**

**EVALUACION DE ALTERNATIVAS  
ANÁLISIS DE VIABILIDAD AMBIENTAL**

CRH-SJ-002

|  |  |  |
|--|--|--|
| Elaboró: Eugenio Bermúdez R.   | Revisó: Ricardo Torres V.  | Aprobó: Víctor Torres V.   |
| Firma:  | Firma:  | Firma:  |
| Cargo: Especialistas   | Cargo: Coordinador de proyecto   | Cargo: Director de Proyecto  |

**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 de Avance N° 1  
Evaluación de Alternativas**

**002. Análisis de Viabilidad Ambiental de las Alternativas de Trazado**

**Tabla de contenidos**

|   |    |
|---|----|
| 1. Presentación   | 3  |
| 2. Marco Teórico  | 3  |
| 3. Alcances   | 4  |
| 4. Metodología Análisis de Viabilidad                           | 5  |
| 4.1. Descripción de las Alternativas del Proyecto               | 5  |
| 4.2. Identificación de recursos del medio con impacto potencial | 8  |
| 4.3. Identificación de impactos potenciales                     | 9  |
| 4.4. Definición de unidades de medida                           | 10 |
| 4.5. Identificación de fuentes de información                   | 12 |
| 5. Análisis de Viabilidad                                       | 13 |
| 5.1. Impactos Potenciales sobre el Medio Físico                 | 13 |
| 5.2. Impactos Potenciales sobre el Medio Biótico                | 19 |
| 5.3. Impactos Potenciales sobre el Medio Antrópico              | 25 |
| 5.4. Resumen de Resultados Análisis de Viabilidad               | 35 |
| 6. Observaciones finales  | 36 |
| 7. Apéndices  | 38 |

## **1. Presentación**

A continuación, DEPPAT S.A., Cal y Mayor y Asociados S.C. y Gómez Cajiao y Asociados, presentan al Consejo Nacional de Concesiones el resultado del análisis de viabilidad ambiental de las alternativas del trazado del Proyecto Nueva Radial Heredia – San José, que permite determinar la óptima entre ellas, como parte de los estudios ambientales requeridos para su aprobación.

El proyecto de la Nueva Radial Heredia – San José, es uno de los más importantes, en materia de infraestructura urbana, que se ha planificado en los últimos años, dado el acelerado nivel de crecimiento del tránsito entre estas dos cabeceras de provincia, que se han convertido prácticamente, en una misma zona residencial, comercial, industrial y de servicios.

## **2. Marco Teórico**

El objetivo de los estudios de impacto ambiental, especificado por la Ley Orgánica del Ambiente (Ley N° 7554) y el Reglamento de Procedimientos de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (DE 25705 – MINAE), es el de asegurar que las decisiones tomadas, en cuanto a la ejecución de proyectos, satisfaga los intereses públicos relacionados con el desarrollo sostenible.

El proceso de planeación de proyectos que puedan afectar al medio ambiente, debe considerar criterios técnicos ambientales, que complementen los argumentos financieros y económicos, en los cuales, tradicionalmente, se ha concentrado el análisis de viabilidad de un proyecto.

Los aspectos ambientales representan una parte integral del desarrollo del proyecto, no solo por una cuestión de compromiso con la conservación del ambiente; sino también como parte de la estrategia de ejecución del mismo, ya que la normativa legal incorpora la dimensión ambiental como una parte integral en la tramitación de permisos de construcción y funcionamiento, solicitudes de crédito, y obtención de certificados y reconocimientos ambientales, que garanticen una adecuada gestión ambiental de los procesos y calidad ambiental de los productos, lo cual constituye, cada vez más, un incentivo para la inversión y el consumo.

La evaluación de impacto ambiental es un instrumento legal y técnico, que permite determinar los impactos potenciales (positivos y/o negativos) de un proyecto, obra o actividad, que se proponga ejecutar, ya sea de carácter público o privado, sobre los diversos componentes del medio ambiente, entendiéndose este como los elementos de índole ecológica, social, económica y cultural, a nivel de área del proyecto y área de influencia. A su vez es una herramienta efectiva para definir medidas e inversiones necesarias para prevenir, mitigar y/o compensar dichos impactos.

El área del proyecto corresponde al espacio geográfico que es afectado, en sí mismo, por las obras o actividades del proyecto, ya sea en la fase constructiva u operativa.

El área de influencia corresponde a las porciones del espacio geográfico que reciben los impactos de la actividad del proyecto, en forma directa o indirecta, y que va a depender del carácter del mismo y del medio en que se inserte pero que, por lo general, se establece como un área de 500 metros alrededor de los linderos del área del proyecto.

La evaluación de viabilidad ambiental, de acuerdo con la metodología establecida por la SETENA, analiza las condiciones de equilibrio existentes, desde el punto de vista de carga ambiental, entre el desarrollo del proyecto y el ambiente del espacio geográfico donde se desea implementar, considerando las características de la actividad o proyecto, en función de las condiciones ambientales del terreno y zona donde se desarrollará, junto con otros factores externos.

El estudio de viabilidad ambiental permitirá determinar cuál de las alternativas de trazado de la Radial Heredia - San José presenta las mejores condiciones para su desarrollo, en tanto el espacio geográfico cuente con las condiciones de aptitud natural suficientes para el desarrollo del proyecto, de tal manera que la inserción del mismo en el medio permita mantener, o incluso mejorar, el equilibrio ambiental.

### **3. Alcances**

El proyecto Nueva Radial Heredia - San José se encuentra, actualmente, en la fase de diseño preliminar, por lo que el análisis de viabilidad ambiental que se presenta a continuación, si bien es exhaustivo, asume un carácter general, en tanto su objetivo radica en establecer criterios diferenciadores válidos para seleccionar, desde el punto de vista del equilibrio del proyecto con el medio en que se inserte, la alternativa que cuente con las mejores condiciones.

Para medir la viabilidad ambiental de cada una de las alternativas, se estudian tres variables del medio ambiente, para las cuales se realizará el análisis de impacto correspondiente, que son:

- Medio Físico
- Medio Biótico
- Medio Antrópico (que incluye las dimensiones social, económica y cultural)

Con relación a estas variables, se consideran los elementos del medio que pueden ser impactados (positiva o negativamente) por las obras del proyecto, tanto en la fase de construcción como de operación.

Se parte de la premisa de que, debido al carácter del proyecto (infraestructura vial) y al hecho de que el área en que se pretende implementar cada una de las alternativas, forma parte de una zona con condiciones muy homogéneas, en cuanto a desarrollo económico y social y a las condiciones geográficas y ambientales; los impactos potenciales asociados a cada una de ellas serían del mismo tipo y dirección; de tal manera que la posibilidad de establecer diferencias entre la viabilidad de una u otra, va a referir, mas bien, a cuestiones de grado.

Por otra parte, no se considera que existan limitaciones para la construcción u operación de ninguna de las alternativas, pues todos los impactos potenciales cuentan con posibilidad de mitigación, de tal forma que este aspecto no será considerado dentro del análisis de viabilidad.

El análisis se apoya en la experiencia previa del equipo consultor, la consulta de fuentes secundarias de información (mapas censales, fotografías aéreas, hojas topográficas), complementado con un número representativo de visitas de campo por parte de los profesionales asignados.

## 4. Metodología Análisis de Viabilidad Alternativas

### 4.1. Descripción de las Alternativas del Proyecto Nueva Radial Heredia - San José

Las alternativas de la Radial Heredia – San José son las siguientes:

**4.1.1. Ruta Básica:** (Ver Lámina 1, Apéndice 1) Corresponde a la Ruta básica, diseñada por el MOPT en 1973 y concluido en 1976; los planos los elaboró la firma INDECA S.A. y muestran un trazado de 10.56 Km. (incluyendo la sección de la Radial Barreal).

El trazado de esta alternativa contempla el siguiente recorrido. Avenida 7°, en San José, Quebrada Lantisco; cruce sobre el Río Torres; Planta de Sur; Plaza de la Uruca; cruce sobre la Quebrada Rivera; barrio León XIII; cruce sobre el Río Virilla; Santa Rosa; Price Smart; cruce con la Radial Barreal; Radial Barreal; y finalmente Heredia (a la altura de San Francisco).

Esta alternativa muestra un importante porcentaje que atraviesa zona urbana, aunque en algunos casos se encuentran terrenos explícitamente reservados para el proyecto.

**4.1.2. Alternativa A:** Desvío Anillo Periférico (Ver Lámina 2, Apéndice 1): Con esta alternativa se busca aprovechar parte del trazado del proyecto denominado Anillo Periférico –en su sección norte–, con lo cual se reducen los costos tanto en construcción como en expropiaciones. Asimismo, permitiría la construcción gradual de la Radial, con lo que se difieren las inversiones en el tiempo y se reduce el impacto sobre las tarifas.

El trazado correspondiente a esta alternativa sigue el siguiente recorrido: Avenida 7°; en San José, Quebrada Lantisco; cruce sobre el Río Torres; Planta de Sur; Plaza de la Uruca; cruce sobre la Quebrada Rivera; barrio León XIII; cruce sobre el Río Virilla; trazado del Anillo Periférico hasta la Radial Barreal; Radial Barreal; y finalmente Heredia.

**4.1.3. Alternativa B:** Desvío Circunvalación Norte Ver Lámina 3, Apéndice 1): Consiste en la utilización del tramo norte del Bulevar Circunvalación, para sustituir el tramo urbano de la Radial, entre Avenida Séptima y la Uruca, permitiendo así una disminución significativa de costos de construcción y expropiaciones. Esta alternativa da inicio en el cruce de Circunvalación con la Uruca, coincidiendo con el trazado de la ruta básica hacia el cruce sobre la Quebrada Rivera. Incluye la Radial Barreal.

**4.1.4. Alternativa C1:** Derecho de Vía del Ferrocarril (Ver Lámina 4, Apéndice 1): En síntesis, lo que propone es utilizar el derecho de vía del ferrocarril existente, partiendo del cruce con la autopista Braulio Carrillo, hasta llegar a Heredia, la cual atraviesa hasta su extremo oeste.

**4.1.5. Alternativa C2:** Braulio Carrillo – Anillo Periférico – Ferrocarril (Ver Lámina 5, Apéndice 1): Esta alternativa propone la utilización de la carretera Braulio Carrillo, entre Tournón y el futuro intercambio Santo Tomás del Anillo Periférico Norte, siguiendo luego por el derecho de vía del ferrocarril, hasta el extremo oeste de la ciudad de Heredia.

**4.1.6. Alternativa D:** Circunvalación Norte completa (Ver Lámina 6, Apéndice 1): Esta alternativa es similar a la alternativa B, pero en lugar de incluir la Radial Barreal, se da un acceso adicional a San José completando la Circunvalación norte, con el segmento entre la Autopista Braulio Carrillo y

la Radial Heredia – San José. Incluye en su recorrido los siguientes puntos geográficos: Circunvalación Norte (entre la Uruca y la Braulio Carrillo); cruce sobre la Quebrada Rivera; León XIII; cruce sobre el Río Virilla; Santa Rosa; Price Smart; cruce Radial Barreal; Heredia.

**4.1.7. Alternativa E:** Anillo Periférico completo (Ver Lámina 7, Apéndice 1): Al igual que en el caso anterior, esta alternativa combina el aprovechamiento de otro proyecto de infraestructura, en este caso el de Anillo Periférico. Inicia con la Autopista Braulio Carrillo, sigue por el cruce sobre el río Virilla; desarrolla todo el sector de Anillo Periférico desde allí a la Radial Barreal; y finalmente dicha Radial hasta llegar a Heredia.

**4.1.8. Alternativa F:** Desvío Ferrocarril – Ruta básica: Representa una alternativa de trazado para la parte norte después de cruzar el Río Virilla, donde se desvía para tomar el corredor del Ferrocarril hasta la Finca Esperanza (ver plano 1:10000), donde se retorna a la ruta básica para llegar a Heredia. Al igual que ocurre con la Ruta Básica, esta alternativa incluye la Radial Barreal.

En vista de que esta alternativa presenta, prácticamente, el mismo trazado que la Alternativa Ruta Básica, y refiere a la misma área de influencia, el análisis de impactos potenciales será realizado en forma conjunta, por lo que los resultados son válidos para ambas y se presentarán en forma integrada.

**4.1.9. Alternativa F1:** Desvío Ferrocarril – Desvío Circunvalación Norte: Se trata de una alternativa de trazado que pretende sustituir el sector norte de la alternativa B. Al igual que en el caso de la alternativa F, después de cruzar el Río Virilla, se desvía para tomar el corredor del Ferrocarril hasta la Finca Esperanza (ver plano 1:10000), donde se retorna a la ruta básica para llegar a Heredia, comprendiendo la Radial Barreal como parte del diseño.

En vista de que esta alternativa presenta, prácticamente, el mismo trazado que la Alternativa B, y refiere a la misma área de influencia, el análisis de impactos potenciales será realizado en forma conjunta, por lo que los resultados son válidos para ambas y se presentarán en forma integrada.

**4.1.10. Alternativa F2:** Desvío Ferrocarril – Circunvalación Norte completo: En este caso, se plantea la sustitución del sector norte del trazado correspondiente a la alternativa D, de manera que aproveche el segmento del corredor del Ferrocarril, después del cruce sobre el Río Virilla y hasta la Finca Esperanza (ver plano 1:10000), donde retoma el diseño correspondiente a la alternativa D.

En vista de que esta alternativa presenta, prácticamente, el mismo trazado que la Alternativa D, y refiere a la misma área de influencia, el análisis de impactos potenciales será realizado en forma conjunta, por lo que los resultados son válidos para ambas y se presentarán en forma integrada.

Con el fin de coordinar adecuadamente el trabajo de investigación documental y de observación directa, se identificaron los tramos que comprende el diseño de trazado de la Radial, de manera que se estableció la existencia de sectores que serían aprovechados por dos o más alternativas.

De esta forma, la información fue recopilada por segmentos, y posteriormente integrada en el análisis de cada alternativa por separado.

Los segmentos identificados se citan a continuación, junto con sus respectivas longitudes y áreas (calculadas para un derecho de vía de 50 metros):

- Segmento 1: Avenida 7° – Intersección Circunvalación 3400 m (170000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 2: Intersección Circunvalación Norte – Intersección Anillo Periférico (Radial) 1100 m (55000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 3: Intersección Anillo Periférico (Radial) – Intersección Barreal 4200 m (210000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 4: Intersección Barreal – San Francisco Heredia 1800 m (90000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 5: Radial Barreal 2100 m (105000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 6: Desvío Circunvalación Norte -1 1000 m (50000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 7: Intersección Anillo Periférico – Intersección Río Bermúdez 3800 m (190000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 8: Ferrocarril – Intersección Anillo Periférico (Ferrocarril) 3700 m (185000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 9: Intersección Anillo Periférico (Ferrocarril) – Heredia 6200 m (310000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 10: Braulio Carrillo 3550 m (177500 m<sup>2</sup>)
- Segmento 11: Braulio Carrillo - Intersección Anillo Periférico (Ferrocarril) 2250 m (125000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 12: Intersección Anillo Periférico (Ferrocarril) – Intersección Anillo Periférico (Radial) 600 m (30000 m<sup>2</sup>).
- Segmento 13: Sector de Circunvalación Norte -2 2900 m (145000 m<sup>2</sup>).

Según la propuesta, cada una de las alternativas incluye los siguientes segmentos:

| <b>Alternativa</b>  |   | <b>Segmentos</b> |
|---|---|------------------|
| Ruta Básica Diseño Original y Alternativa F (Desvío Ferrocarril – Ruta Básica)                                    |   | 1, 2, 3, 4, 5    |
| Alternativa A Desvío Anillo Periférico  |   | 1, 2, 7, 5       |
| Alternativa B Desvío Circunvalación Norte y Alternativa F1 (Desvío Ferrocarril – Desvío Circunvalación Norte)     |   | 6, 2, 3, 4, 5    |
| Alternativa C   | C1 Derecho de Vía del Ferrocarril                     | 8, 9             |
|   | C2 Braulio Carrillo – Anillo Periférico – Ferrocarril | 10, 11, 9        |
| Alternativa D Circunvalación Norte completa y Alternativa F2 (Desvío Ferrocarril – Circunvalación Norte completa) |   | 6, 13, 2, 3, 4   |
| Alternativa E Anillo Periférico completo  |   | 10, 11, 12, 7, 5 |

Tal y como se explicó, esta clasificación en segmentos, tiene validez para la fase de recolección de información, pues el análisis de impactos se referirá a las alternativas, sumando los impactos asociados a los segmentos respectivos, los cuales serán finalmente ponderados, de acuerdo con una escala numérica. De esta manera, los resultados serán presentados en forma integrada para cada alternativa.

## 4.2. Identificación de recursos del medio con impacto potencial

La fase de Análisis de Viabilidad Ambiental de las alternativas de trazado de la Radial Heredia – San José, parte del estudio de la relación del proyecto con el ambiente en que se desarrolla.

El medio ambiente se conceptualiza como un sistema, es decir, un conjunto de elementos estrechamente integrados, cuyas interacciones determinan la posibilidad de funcionamiento del mismo. Con el fin de que los alcances del estudio aseguren una comprensión integral de dichas relaciones, manteniendo la necesaria validez operativa, se recomienda el análisis diferenciado de los impactos de las alternativas de trazado de la Radial, sobre el Medio Físico, Medio Biótico y Medio Antrópico. Cada uno de ellos representa un sistema complejo de interrelaciones dinámicas entre diferentes tipos de variables, sin embargo para efectos de determinar la relación entre el proyecto y el medio, se han seleccionado algunos criterios clave para evaluar cada una de las alternativas.

La selección de estos criterios se basa tanto en su pertinencia (se trata de criterios con posibilidad de ocurrencia) como en la posibilidad de captar, ponderar o cuantificar la relación evaluada, ya sea porque se trate de elementos mensurables o bien que estos sean susceptibles de reducción a escala numérica, posibilitando la comparación de las alternativas desde parámetros confiables y válidos.

Los recursos que serán considerados en el Análisis de Viabilidad Ambiental son los siguientes:

**4.2.1 Medio Físico:** Consiste de los componentes suelo, aire, agua superficial y agua subterránea. El presente análisis de viabilidad ambiental contempla los impactos sobre los recursos agua superficial y agua subterránea.

Los componentes aire y suelo no serán incorporados en este estudio, ya que en un acercamiento preliminar a la valoración del medio en que se inserta el proyecto, se determinó que, si bien a partir de la construcción de la Radial Heredia – San José, se podrían presentar impactos sobre dichos recursos, los mismos, por presentar un nivel de afectación espacial de carácter regional, no van a significar criterio de diferenciación entre las alternativas, pues todas se encuentran comprendidas dentro del mismo ámbito. En ese sentido, la incorporación del análisis de estas variables no resulta pertinente.

Por otra parte, el carácter exploratorio del presente estudio, no permite profundizar en cierta información requerida para el análisis de posibles impactos sobre el recurso suelo y aire.

**4.2.2. Medio Biótico:** Está conformado por los elementos flora y fauna, sin embargo en el estudio se incluye también la valoración del impacto potencial sobre ecosistemas frágiles, en vista de que su manejo requiere consideraciones especiales.

**4.2.3. Medio Antrópico:** Integra las dimensiones social, económica y cultural, cuyo carácter y comportamiento determinan la posibilidad de analizarlas en forma conjunta.

En el presente estudio se contemplarán los efectos que tendría cada alternativa sobre los recursos población, paisaje, arqueología, sitios históricos, culturales y recreativos y el uso del suelo, los cuales serán definidos en forma aproximada.

### **4.3. Identificación de impactos potenciales**

La valoración de impactos del proyecto sobre el medio considera la relación entre las obras del proyecto (tanto en su fase constructiva como operativa) y los recursos del medio físico, biótico y antrópico, a los cuales dichas obras afectan.

Los impactos potenciales sobre los recursos identificados se relacionan, en cada caso, con:

#### **4.3.1. Recurso Agua**

- a. Modificación de drenaje
- b. Contaminación de agua subterránea
- c. Contaminación de agua superficial
- d. Disminución de infiltración

#### **4.3.2. Recurso Flora y Fauna**

- a. Corta de vegetación
- b. Eliminación de especies nativas
- c. Barreras de dispersión y movilidad

#### **4.3.3. Recurso Ecosistemas Frágiles**

- a. Contaminación de los ecosistemas

#### **4.3.4. Recurso Población**

- a. Alteración calidad de vida
- b. Pérdida de acceso a facilidades sociales
- c. Efecto barrera
- d. Reasentamiento
- e. Seguridad Vial
- f. Eficiencia del transporte

#### **4.3.5. Recurso Paisaje**

- a. Modificación de paisaje

#### **4.3.6. Recurso Arqueológico**

- a. Afectación de sitios arqueológicos
- b. Descubrimiento de sitios arqueológicos

#### **4.3.7. Recurso Sitios históricos – culturales y recreativos**

- a. Pérdida de acceso

#### **4.3.8. Recurso Uso del suelo**

- a. Cambio patrón uso del suelo

### **4.4. Definición de unidades de medida**

El procedimiento metodológico para la evaluación de impactos ambientales, determina la necesidad de traducir el análisis teórico, a matrices donde se valoren cuantitativamente dichos impactos, lo cual facilita la comparación de las condiciones de viabilidad ambiental que presenta cada alternativa.

Los criterios de cuantificación de los impactos potenciales son los siguientes:

- a. Dirección del impacto: Se refiere al carácter de la posible afectación del medio, a partir de desarrollo del proyecto, en el sentido de si el impacto potencial es negativo o positivo; de la forma siguiente:
  - Se indica mediante el signo (+) si el impacto potencial podría derivar en un cambio positivo del ambiente, con respecto a la condición actual.
  - Se indica mediante el signo (-) si el impacto potencial sobre el medio ambiente deriva en un cambio negativo, con respecto a la condición actual.
- b. Intensidad del impacto: Se indica mediante escala numérica la posible intensidad de la afectación del medio, a partir del desarrollo del proyecto, de acuerdo con los siguientes criterios:
  - (0) El impacto potencial tiene una intensidad de afectación nula.
  - (1) El impacto potencial tiene una intensidad de afectación baja.
  - (2) El impacto potencial tiene una intensidad de afectación media.
  - (3) El impacto potencial tiene una intensidad de afectación alta.

Es importante destacar que la valoración en términos de alta, media o baja intensidad de afectación, refiere a un modelo comparativo entre las alternativas propuestas, y no quiere decir que alguna de ellas presente impactos realmente graves sobre el ambiente. De hecho, el estudio realizado permite concluir que ninguna de las alternativas presenta elementos que afecten, estructuralmente, la posibilidad de llevar a cabo alguna de las opciones propuestas.

Cada uno de los impactos potenciales será analizado en términos de criterios cuantificables, tal y como se muestra en los cuadros N° 1 y 2.

**Cuadro 1**  
**Análisis de Viabilidad Ambiental Alternativas de Trazado**  
**Criterios para Cuantificación de Impactos sobre el Medio Físico – Biótico**

| Recurso              | Impacto                            | Unidad de medida   |
|----------------------|------------------------------------|--|
| Agua                 | Modificación de drenaje            | Número de cuerpos de agua afectados                                      |
|                      | Contaminación de agua subterránea  | Número de acuíferos afectados  |
|                      | Contaminación de agua superficial  | Número de cuerpos de agua afectados                                      |
|                      | Disminución infiltración           | Nivel de agua que no se infiltra (Metros cúbicos)                        |
| Flora y Fauna        | Corta vegetación                   | Número de árboles eliminados   |
|                      | Eliminación de especies nativas    | Número de árboles de especies nativas eliminados                         |
|                      | Barreras de dispersión y movilidad | Longitud del trazado de la vía que atraviesa zonas con cobertura vegetal |
| Ecosistemas frágiles | Contaminación del ecosistema       | Número de ecosistemas frágiles afectados                                 |

**Cuadro 2**  
**Análisis de Viabilidad Ambiental Alternativas de Trazado**  
**Criterios para Cuantificación de Impactos sobre el Medio Antrópico**

| Recurso                                  | Impacto                                  | Unidad de medida  |
|--|--|---|
| Población                                | Alteración de la calidad de vida         | Número de comunidades en el área de influencia del proyecto   |
|  | Pérdida de acceso a facilidades sociales | Número de locales que ofrecen servicios sociales, que serán afectados por el Proyecto                                     |
|  | Efecto barrera                           | Número de comunidades que serán divididas por la Radial   |
|  | Reasentamiento                           | Porcentaje de área con uso urbano en la actualidad  |
|  | Seguridad vial                           | Porcentaje del área del proyecto donde se producirá cambio de uso de suelo, de no urbano a urbano (infraestructura vial). |
|  | Eficiencia del transporte                | Longitud de la Radial (que repercute en tiempo y costo para el usuario).  |
| Paisaje                                  | Modificación paisaje                     | Longitud del trazado de la vía donde se podría experimentar degradación paisajística.                                     |
| Arqueología                              | Afectación sitios arqueológicos en AIP   | Número de sitios arqueológicos afectados.   |
|  | Descubrimiento sitios arqueológicos      | Porcentaje de área del proyecto con potencial de contener recurso arqueológico.   |
| Sitios históricos-culturales-recreativos | Pérdida de acceso                        | Número de sitios históricos, culturales y recreativos identificados en el área de influencia del proyecto.                |
| Uso del suelo                            | Cambio patrón uso del suelo              | Área del proyecto que cambia de uso.  |

Tal y como se mencionó con anterioridad, la posibilidad de llevar a cabo medidas mitigatorias y / o compensatorias, no se incorporará como referente para valorar la viabilidad de las alternativas de la Radial, pues de acuerdo con los resultados del análisis exploratorio, se definió que todos los casos presentan las mismas condiciones y clases de impactos, de manera que no representa un criterio diferenciador.

La identificación y cuantificación de las unidades de observación, permitirá establecer una escala valorativa de la intensidad de los impactos potenciales, determinando, a partir de los valores máximo y mínimo registrados para cada unidad de observación, los rangos de la misma.

De esta forma, se asignará a cada alternativa el valor numérico correspondiente al resultado obtenido, lo cual permite que estos sean reducidos, mediante sumatoria, a un valor único que represente el impacto de la alternativa sobre el medio físico, biótico o antrópico, según sea el caso. Dichos valores serán consignados en una matriz, en el apartado correspondiente.

Finalmente, y aplicando el mismo procedimiento, a partir de los valores máximo y mínimo de la sumatoria de impactos de cada alternativa, se establecerá una nueva escala, con tres rangos, donde se planteará, en forma comparativa, el impacto potencial global sobre el medio, de cada alternativa. Estos resultados serán presentados y sumados en una matriz resumen, que establecerá los criterios finales para determinar cuál de las alternativas es más viable, en términos de equilibrio con el ambiente en que se inserte.

#### **4.5. Identificación de fuentes de información**

El análisis de viabilidad ambiental tiene un carácter general, por lo que se basa en la información documental existente, y en la experiencia previa del equipo consultor asignado.

Las fuentes de información utilizadas incluyen el siguiente material documental: estudios previos sobre proyectos de infraestructura vial y sobre las condiciones actuales de la zona en que se propone desarrollar el proyecto, con respecto al medio físico, biótico y antrópico; información cartográfica (hojas topográficas, mapas censales) y fotografías aéreas.

Adicionalmente se realizó trabajo de reconocimiento en campo, con el fin de corroborar la información obtenida y de observar, en forma directa, la situación de variables sensibles.

El detalle sobre la información documental utilizada se presenta en el Apéndice N° 2.

El estudio fue desarrollado por un equipo interdisciplinario, que incluye los siguientes profesionales, los cuales cuentan con experiencia en la elaboración de estudios de impacto ambiental, y están debidamente acreditados como consultores en el Registro de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA):

- Biólogo Esteban Bermúdez, responsable del Diagnóstico de Impactos Potenciales de las Alternativas de la Radial Heredia – San José, sobre el Medio Biótico.
- Geólogo Guido Sibaja, responsable del Diagnóstico de Impactos Potenciales de las Alternativas de la Radial Heredia - San José, sobre el Medio Físico.

- Socióloga Melania Núñez, responsable del Diagnóstico de Impactos Potenciales de las Alternativas de la Radial Heredia - San José, sobre el Medio Antrópico.
- Arqueólogo Javier Artavia, responsable del Diagnóstico de Impactos Potenciales de las Alternativas de la Radial Heredia - San José, sobre el Medio Arqueológico.
- Arq. Alfredo Bermúdez, Especialista en Análisis de Impacto Ambiental, responsable de la fase de evaluación de resultados del Diagnóstico Ambiental.
- Br. Eugenio Bermúdez, Especialista en Análisis de Impacto Ambiental, responsable de coordinar el estudio.
- Richard Donald, Ph.D., P.Ag., Experto en Evaluación Ambiental, responsable de asesorar durante el proceso de análisis de impactos potenciales de las Alternativas de la Radial San José – Heredia.

## **5. Análisis de Viabilidad Ambiental Alternativas** **Proyecto Radial Heredia – San José**

Para la consideración de los impactos potenciales de cada una de las alternativas de la Radial Heredia – San José, sobre el Medio Físico, Biótico y Antrópico, se realizará la valoración y el análisis correspondiente, cuyos resultados serán integrados en tres matrices.

La información de cada una de estas matrices será utilizada como insumo para establecer los parámetros finales de comparación, que serán consignados en una matriz resumen, la cual refleje la valoración de los impactos sobre el Medio Físico, Biótico y Antrópico, así como la valoración general, para cada una de las alternativas.

### **5.1. Impactos Potenciales sobre el Medio Físico**

#### **5.1.1. Descripción y Valoración de Impactos**

El análisis de viabilidad ambiental, al considerar la posible interrelación entre el proyecto y el medio físico, definió la pertinencia de valorar los posibles impactos sobre el recurso agua, los cuales son descritos en este apartado.

##### **a. Modificación del Drenaje**

El impacto de modificación del drenaje se relaciona con el posible corte de cuerpos de agua superficial, representados por canales de escorrentía, quebradas y ríos, que drenan el área de influencia de cada una de las alternativas de trazado de la Radial Heredia – San José.

Este fenómeno se asocia con el incremento de procesos erosivos y de la carga sedimentaria sobre los acuíferos y, en consiguiente, con el aumento del potencial de desbordamiento de las quebradas y los ríos; por lo que constituiría un impacto de carácter negativo sobre el medio físico.

La estimación de este impacto ambiental considera la magnitud de la afectación, en términos del número de cursos de agua que podrían ser cortados al construirse la Radial. El cálculo se basa en el conteo de los cuerpos de agua superficial, identificados en el área de influencia de cada una de las alternativas; mediante el análisis de las Hojas Topográficas Torres, Pavas, Santo Domingo y Cubujuquí, escala 1:10000 (IGN).

Los datos obtenidos indican que el diseño de todas las alternativas atraviesa cuerpos de agua superficial.

La alternativa en cuyo trazado se identifica el menor número de cauces potencialmente afectados, corresponde a 7 unidades, mientras que la alternativa que eventualmente afectaría más drenajes alcanza las 16 unidades.

A partir de estos parámetros, se establece la escala valorativa de la intensidad del impacto potencial de modificación de drenaje, asociado a las alternativas de la Radial Heredia – San José; la cual se muestra en la tabla siguiente:

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>  |
|-----------------|-------------------------------|---|
| 0               | No aplica                     | No aplica.  |
| - 1             | Baja                          | El trazado de la Radial afecta entre 7 y 9 cuerpos de agua superficial.   |
| - 2             | Media                         | El trazado de la Radial afecta entre 10 y 12 cuerpos de agua superficial. |
| - 3             | Alta                          | El trazado de la Radial afecta entre 13 y 16 cuerpos de agua superficial. |

### **b. Contaminación de Agua Subterránea**

La posible contaminación del agua subterránea, asociada con la construcción y operación de la Radial Heredia - San José, se relaciona con el potencial aporte de contaminantes líquidos, principalmente hidrocarburos, desde los vehículos (livianos y pesados), los cuales eventualmente alcanzan los acuíferos.

En el área de influencia del proyecto, se encuentran acuíferos en profundidad, los cuales abastecen el agua potable a un porcentaje importante de la población del Valle Central de Costa Rica, lo cual indica que se trata de áreas susceptibles a dicho impacto.

Debe recordarse que la Estratigrafía Hidrogeológica del área de influencia del proyecto, está dada por el Acuífero Colima, que es un acuífero profundo albergado en formaciones lavas y brechas, el cual se subdivide en el Acuífero Colima Inferior, Acuífero Colima Superior y Miembro La Libertad (acuífero colgado); la Formación Tiribí, que permite la percolación vertical desde el Acuífero Barva (permeabilidad secundaria) y que se comporta como un acuitardo regional; y el Acuífero Barva que se alberga en la Formación del mismo nombre.

En la vertiente sur del Río Virilla, se encuentra una cobertura de lahar sin diferenciar y a nivel regional se encuentra una cobertura de ceniza con diferentes tamaños de grano.

Para estimar la susceptibilidad de contaminación de agua subterránea, se considera la existencia de capas superiores que se comportan como sello, en los diferentes acuíferos comprendidos dentro del área de influencia de cada una de las alternativas. Adicionalmente, se considera la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación.

Esto permite relacionar la posibilidad de contaminación de agua subterránea con el nivel de profundidad del acuífero, con la existencia de capas sello y con el número de acuíferos potencialmente afectados. La valoración de este potencial impacto negativo, se determina a partir de los siguientes criterios:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones   |
|----------|------------------------|---|
| 0        | No aplica              | No aplica.  |
| -1       | Baja                   | Contaminación de acuífero profundo con capas sello.                             |
| -2       | Media                  | Contaminación de acuífero profundo desprovisto de capas sello.                  |
| -3       | Alta                   | Contaminación de acuífero superficial y/o contaminación de todos los acuíferos. |

### c. Contaminación de Agua Superficial

La contaminación del agua superficial, está relacionada con la modificación del drenaje, ya que esta última, tal y como se explicó previamente, se asocia con el incremento de la erosión y de la carga sedimentaria.

La posibilidad de ocurrencia de impactos negativos, asociados con la contaminación del agua superficial, se evalúa según el número de cursos de agua modificados por cada una de las alternativas de la Radial Heredia – San José, de acuerdo con los datos obtenidos mediante la revisión de las Hojas Topográficas Torres, Pavas, Santo Domingo y Cubujuquí, escala 1:10000 (IGN).

Los resultados muestran que todas las alternativas atraviesan cursos de agua, si bien la cantidad varía. La alternativa cuyo trazado implica atravesar el menor número de cauces, afecta 7, mientras que la alternativa que atravesaría más, afecta 16.

Estos son los valores que se toman como parámetros mínimo y máximo, en la escala aplicada para cuantificar el potencial impacto asociado a cada alternativa, tal y como se muestra a continuación:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones   |
|----------|------------------------|---|
| 0        | No aplica              | No aplica.  |
| -1       | Baja                   | Contaminación que afecta entre 7 y 9 cuerpos de agua superficial.   |
| -2       | Media                  | Contaminación que afecta entre 10 y 12 cuerpos de agua superficial. |
| -3       | Alta                   | Contaminación que afecta entre 13 y 16 cuerpos de agua superficial. |

#### **d. Disminución de Infiltración**

La disminución de la infiltración deriva en una disminución de la recarga de los acuíferos, la cual será permanente y afectará, negativamente, las propiedades de permeabilidad, porosidad, grado de compactación y estructura del suelo. Las dos últimas podrían ser afectadas a nivel puntual, a raíz de la disminución de la infiltración.

Para este análisis, se determinó la recarga potencial en el suelo, utilizando los resultados de un balance hídrico, relacionada con el área estimada del acuífero; y se le sustrajo el área que sería cubierta por cada una de las alternativas de trazado, para estimar la disminución en la infiltración por impermeabilización del terreno, la cual derivaría en una disminución de la recarga potencial de los acuíferos que se encuentran a profundidad.

La estimación del impacto potencial de disminución de infiltración, considera una infiltración promedio regional de 1785.81 mm/año (60% de la precipitación), factor que se debe relacionar con la cobertura de la Radial, la cual cuenta con un derecho de vía de 50 m y una longitud que varía de acuerdo con la alternativa de que se trate.

De esta forma, el potencial impacto debido a la disminución de infiltración se evalúa según el caudal potencial que no recargará los acuíferos, debido a la cobertura de la vía, de la siguiente manera:

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>   |
|-----------------|-------------------------------|--|
| 0               | No aplica                     | No aplica  |
| -1              | Baja                          | Disminución de la infiltración oscila entre 50000.0 – 200000.0 m <sup>3</sup> /año.  |
| -2              | Media                         | Disminución de la infiltración oscila entre 200000.0 – 400000.0 m <sup>3</sup> /año. |
| -3              | Alta                          | Disminución de la infiltración oscila entre 400000.0 – 600000.0 m <sup>3</sup> /año. |

#### **5.1.2. Comentarios**

El análisis de impacto potencial sobre el recurso agua se realizó en forma separada para cada una de las alternativas, y los resultados se integraron en una matriz que permite apreciar la alternativa que representaría un menor impacto sobre el Medio Físico.

Los criterios identificados fueron aplicados en el análisis de cada alternativa, con el fin de definir la intensidad y direccionalidad de los impactos potenciales, asignando a cada alternativa el valor correspondiente, de acuerdo con los datos obtenidos mediante la investigación sobre las condiciones del medio (revisión documental y verificación en campo), tal y como está descrito en el apartado 4.4: Definición de Unidades de Medida.

Los valores obtenidos en la cuantificación de los diferentes impactos, establecidos de acuerdo con las tablas respectivas, fueron sumados, con el fin de obtener la valoración global del impacto potencial, de cada alternativa, sobre el medio físico.

Los resultados de esta fase permiten establecer que la alternativa que cuenta con mayores impactos potenciales sobre el medio físico, alcanza un valor de -9, mientras que aquella que plantea impactos potenciales de menor intensidad, recibe una valoración de -5.

Estos dos elementos se utilizaron como parámetros máximo y mínimo, respectivamente, para establecer la escala valorativa de impactos potenciales de cada alternativa de la Radial Heredia - San José, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones  |
|----------|------------------------|--|
| 0        | No aplica              | No aplica.   |
| -1       | Baja                   | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre -5 y -6.  |
| -2       | Media                  | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre -7 y -8.  |
| -3       | Alta                   | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre -9 y -10. |

De acuerdo con el procedimiento seleccionado para la ponderación de los impactos, la columna identificada como Magnitud, constituye el indicador resumen que permite comparar las condiciones de viabilidad de las alternativas, en términos de la intensidad de los impactos potenciales asociadas a cada una de ellas.

El cuadro N° 3 presenta el resultado del análisis de cada uno de los posibles impactos, y su respectiva sumatoria, así como la valoración integrada de los impactos del proyecto sobre el medio físico.

**Cuadro 3**  
**Análisis de Viabilidad Ambiental Radial Heredia - San José**  
**Impactos Ambientales Potenciales, según Alternativa**  
**Medio Físico**

| Impacto                     | R.B. y Alt. F | Alt. A    | Alt. B y Alt. F1 | Alt. C1   | Alt. C2   | Alt. D y Alt. F2 | Alt. E    |
|-----------------------------|---------------|-----------|------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| Modificación Drenaje        | -3            | -3        | -3               | -1        | -1        | -3               | -1        |
| Contaminación Agua Subterr. | -2            | -2        | -2               | -2        | -1        | -2               | -1        |
| Contaminación Agua Superf.  | -3            | -3        | -3               | -1        | -1        | -3               | -1        |
| Disminución Infiltración    | -1            | -1        | -1               | -3        | -2        | -1               | -2        |
| <b>Sumatoria</b>            | <b>-9</b>     | <b>-9</b> | <b>-9</b>        | <b>-7</b> | <b>-5</b> | <b>-9</b>        | <b>-5</b> |
| <b>Intensidad Impactos</b>  | <b>-3</b>     | <b>-3</b> | <b>-3</b>        | <b>-2</b> | <b>-1</b> | <b>-3</b>        | <b>-1</b> |

R.B.: Ruta Básica.  
 Alt. A: Alternativa A.  
 Alt. B: Alternativa B.  
 Alt. C1: Alternativa C1.  
 Alt. C2: Alternativa C2.

Alt. D: Alternativa D.  
 Alt. E: Alternativa E.  
 Alt. F: Alternativa F.  
 Alt. F1: Alternativa F1.  
 Alt. F2: Alternativa F2.

El análisis realizado muestra que la Alternativa C2 (Braulio Carrillo – Anillo Periférico – Ferrocarril) y la Alternativa E (Anillo Periférico completo), presentan las condiciones más favorables para el desarrollo de la Radial Heredia - San José, debido a que, en ambos casos, el recurso agua se encuentra alterado por las actividades humanas, lo cual reduce la posibilidad de ocurrencia de impactos negativos.

Con respecto a la Alternativa C2, los cuerpos de agua superficial que se encuentran a lo largo del derecho de vía del ferrocarril y la Autopista Braulio Carrillo, están alterados por dichas obras de infraestructura; mientras que el segmento que aprovecharía el Anillo Periférico, hasta el futuro Intercambio Santo Tomás del Anillo Periférico, atravesaría una divisoria de aguas entre la cuenca del Río Virilla y el Río Tibás y entre el Río Virilla y el Río Bermúdez.

Se espera que la variable contaminación de aguas superficiales presente el mismo comportamiento, ya que los cuerpos de agua superficial que se encuentran en el trazado de esta alternativa muestran alteración por actividades humanas.

La contaminación de aguas subterráneas, podría darse únicamente en la sección del Anillo Periférico, que actualmente se encuentra sin construir. Lo mismo ocurre en el caso de la disminución de infiltración.

La Alternativa E, tiene posibilidades de modificación del drenaje similares a la Alternativa C2 ya que, si bien se utiliza el Anillo Periférico, éste viajaría a lo largo de la divisoria de aguas entre la cuenca del Río Virilla y el Río Bermúdez; adicionalmente, se determina que el segmento de la Radial Barreal atraviesa una divisoria de aguas de quebradas tributarias del Río Bermúdez.

Con respecto a la contaminación de aguas subterráneas, la condición es similar a la Alternativa C2. Sin embargo, la disminución de la infiltración sería mayor, debido a que la longitud que se construirá es mayor que en caso de desarrollarse la Alternativa C2.

La Alternativa C1 (Derecho de Vía del Ferrocarril) muestra una importancia relativa menor que la que podrían tener las alternativas C2 y E. La valoración de la viabilidad ambiental de construir la Radial Heredia – San José, aprovechando el diseño de la alternativa C1, representa impactos potenciales de intensidad media.

La Alternativa C1 representa un impacto potencial sobre 9 cauces, los cuales actualmente se encuentran sin modificación ni contaminación, de tal manera que la construcción de esta alternativa representaría aporte de aguas pluviales y, por lo tanto, aporte de contaminantes, en forma concentrada.

Adicionalmente, la habilitación de esta alternativa representaría una posible afectación de la infiltración en el subsuelo y disminución en la recarga de los acuíferos, debido a que en la actualidad los terrenos se encuentran libres de cobertura; la alternativa se constituye en un cuerpo impermeabilizante que no permite la infiltración del agua precipitada hacia el subsuelo.

Con respecto a las alternativas restantes, Ruta Básica y su variante del Ferrocarril (Alternativa F), Alternativa A (Desvío Anillo Periférico), Alternativa B (Desvío Circunvalación Norte) y F1 (Desvío

Ferrocarril – Desvío Circunvalación Norte), y la alternativa D (Circunvalación Norte completo) y F2 (Desvío Ferrocarril – Circunvalación Norte completo); el resultado obtenido indica que todas presentan impactos potenciales con una alta intensidad relativa.

Es importante considerar el hecho de que las alternativas Ruta Básica, Alternativa F y Alternativa A, afectan una cantidad importante de cuerpos de agua superficial, lo cual podría derivar en un aumento de la cantidad de agua aportada, así como de los contaminantes. Adicionalmente, debido a que los segmentos de todas estas alternativas se encuentran sin construir, el desarrollo de las obras representaría la disminución en el aporte de agua precipitada, desde la superficie hacia el subsuelo y, por lo tanto, la recarga de los acuíferos.

Como conclusión, se determina que todas las alternativas propuestas presentan impactos potenciales, de carácter negativo, sobre el recurso agua, ya sea superficial o subterránea.

Con el análisis de los resultados y los comentarios establecidos para cada alternativa particular, se define que, desde el punto de vista de los impactos potenciales, la Alternativa C2 es la más favorable para el desarrollo de la Radial Heredia – San José, debido a que presenta impactos potenciales de intensidad baja, al igual que la alternativa E, sin embargo esta última presenta como limitante el estar referida a la posibilidad de coordinar la programación del proyecto de construcción de la Radial Heredia – San José, con el proyecto de construcción del Anillo Periférico, situación que podría representar un elemento de peso en la toma de decisiones sobre la alternativa a desarrollar.

## **5.2. Impactos Potenciales sobre el Medio Biótico**

### **5.2.1. Descripción y Valoración de Impactos**

El presente análisis se restringe a los posibles impactos, positivos o negativos, que tendrá como consecuencia la ejecución del proyecto sobre el medio biótico existente, para cada una de las alternativas propuestas.

En general, el medio biótico del área donde se propone construir la Radial Heredia - San José, se encuentra altamente alterado por actividades de origen antrópico.

El medio ambiente natural ha sido sustituido, en gran parte, por zonas urbanas, de uso ya sea residencial, industrial o agrícola, mostrándose como una tendencia importante, en la consideración de las características del medio biótico, la existencia de cafetales. Lo anterior determina que en la mayoría del área, los impactos potenciales del proyecto sobre el medio biótico, sean prácticamente nulos, ya que éste ha sido previamente impactado.

Sin embargo, se pueden distinguir algunas secciones, poco significativas con respecto al área total del proyecto, que se encuentran, relativamente, poco alteradas. En ellas es necesario considerar los posibles efectos sobre el medio Biótico.

Las secciones con remanentes de vegetación corresponden con sectores donde el trazado de la Radial Heredia - San José atraviesa los cursos de ríos importantes, como el Río Virilla, el Río Bermúdez y el Río Torres, en los cuales se ha mantenido, en cierto grado, la cobertura vegetal original.

Adicionalmente, es necesario contemplar los impactos potenciales sobre las áreas actualmente ocupadas por cafetales. De acuerdo con el diseño de las diferentes alternativas de la Radial Heredia – San José, las áreas serían afectadas directamente por las obras de construcción.

Muchos de estos cafetales, poseen además una cantidad considerable de árboles, en su mayoría ejemplares de especies introducidas, que son utilizados para brindar sombra al café.

Estas especies vegetales tienen importancia como fijadores de carbono, además de brindar refugio a muchas especies de fauna, por lo que el área que los contiene también será considerada dentro del análisis de impactos potenciales.

De acuerdo con la metodología definida para el presente estudio, se identificaron una serie de impactos que podrían afectar tres componentes principales del medio biótico: Flora, Fauna y Ecosistemas Frágiles.

A continuación se describen de forma general cada uno de estos impactos.

#### **a. Corta de Vegetación**

Se refiere a la eliminación de especies arbóreas en los diferentes segmentos del proyecto, tanto de especies nativas como especies exóticas, que tendría lugar durante la fase de construcción de la carretera. En este caso se consideran sectores con fragmentos de bosque ribereño, charrales con árboles dispersos y cafetales con árboles de sombra.

Para cuantificar este impacto se calcula el número de árboles contenidos en las áreas potencialmente impactadas y que, eventualmente, serían cortados para desarrollar las obras de construcción del proyecto.

La unidad de medida árbol, en este caso, es definida como los individuos con un diámetro, a altura de pecho, mayor a 60 cm. Con el fin de tomar en cuenta el peso relativo de diferentes tipos de vegetación, la cuantificación se realizará tomando en cuenta dos parámetros, definidos a partir de observaciones de campo.

En el caso de áreas de bosque ribereño se considera que contienen, en promedio, 6 árboles por cada 1000 m<sup>2</sup>, mientras que para las áreas de charrales con árboles dispersos y cafetales, se estima un promedio de 3 árboles por 1000 m<sup>2</sup>.

El cálculo realizado permite relacionar estas estimaciones con el área de cobertura vegetal presente en el trazado de cada una de las alternativas, para obtener así una estimación confiable del número de árboles que serían cortados en cada caso.

La escala valorativa se estableció tomando como rango mínimo el número menor de árboles que serían cortados, y como criterio de alta intensidad del impacto potencial el rango que abarque la mayor cantidad de árboles que se cortarían en una alternativa dada.

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>            |
|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 0               | No aplica                     | No aplica                       |
| - 1             | Baja                          | Se eliminan de 1 a 1200 árboles |

|     |       |                                    |
|-----|-------|------------------------------------|
| - 2 | Media | Se eliminan de 1201 a 2400 árboles |
| - 3 | Alta  | Se eliminan de 2401 a 3700 árboles |

### **b. Eliminación de Especies Nativas**

En este caso se toma como parámetro la posible eliminación de especies nativas de flora.

Este impacto, relacionado directamente con la flora, también tiene un efecto en la fauna de la zona, ya que los remanentes de zonas boscosas son utilizados por muchas especies de animales como refugio y zonas de alimentación. Muchas especies de aves migratorias utilizan estas zonas, como estaciones de descanso y alimentación, en sus rutas de migración, por lo que la pérdida del área representaría un impacto negativo.

Para cuantificar este impacto potencial se utilizarán los mismos criterios que en la valoración del impacto potencial de corta de vegetación, sin embargo en este caso solo se considerarán las áreas de bosques ribereños, ya que estos están constituidos mayoritariamente por especies nativas.

La relación entre el número promedio de árboles estimado para este tipo de asociación vegetal y el área de la misma contenida en el diseño de cada una de las alternativas, permite establecer la siguiente escala valorativa de los impactos potenciales:

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>                                   |
|-----------------|-------------------------------|--|
| 0               | No aplica                     | No aplica  |
| - 1             | Baja                          | Se eliminan de 1 a 900 árboles de especies nativas     |
| - 2             | Media                         | Se eliminan de 901 a 1800 árboles de especies nativas  |
| - 3             | Alta                          | Se eliminan de 1801 a 2700 árboles de especies nativas |

### **c. Barreras de Dispersión y Movilidad**

La construcción de la carretera representa una posible obstrucción para la movilización de especies de fauna, constituyendo un efecto de barrera.

Asociado con este fenómeno, se verifica la obstrucción de los vectores de dispersión de semillas y polen de las especies vegetales, constituidos principalmente por aves, mamíferos pequeños e insectos, que dispersan las semillas conforme se movilizan ellos mismos.

El impacto potencial del proyecto, relacionado con las barreras de dispersión y movilidad, representa una afectación directa del equilibrio ambiental de la zona, por lo que presenta un carácter negativo.

La cuantificación de este impacto utiliza como parámetro la longitud de trazado de la vía que atraviesa zonas con cobertura vegetal, tanto nativa como exótica, ocasionando el efecto de barrera.

Se valora así la longitud de cada alternativa, y dentro de ésta, el componente cubierto por vegetación, identificado mediante fotointerpretación y revisión de hojas topográficas, para determinar el nivel máximo y mínimo de cobertura vegetal potencialmente impactada por el proyecto.

La escala definida para cuantificar la intensidad del impacto, a nivel comparativo, se presenta a continuación:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones   |
|----------|------------------------|---|
| 0        | No aplica              | No aplica   |
| - 1      | Baja                   | El trazado del proyecto atraviesa de 1 a 2650 m de zonas con cobertura vegetal    |
| - 2      | Media                  | El trazado del proyecto atraviesa de 2651 a 5300 m de zonas con cobertura vegetal |
| - 3      | Alta                   | El trazado del proyecto atraviesa de 5301 a 7950 m de zonas con cobertura vegetal |

#### d. Contaminación de Ecosistemas Frágiles

Los ecosistemas frágiles son aquellos sistemas que tienen una baja capacidad de recuperación en caso de que fueran afectados por algún fenómeno natural o de origen antrópico.

En el caso del área en estudio, los ecosistemas que se pueden considerar frágiles, son los bosques ribereños y los ecosistemas acuáticos asociados. Aunque la mayoría de estos ambientes se encuentran altamente contaminados, en los últimos años se han desarrollado varias alternativas para recuperar los ríos y quebradas del área metropolitana; por lo que se considera necesario incluir este componente en la valoración.

Este impacto potencial se asocia con el potencial aporte de contaminantes, tanto durante la fase de construcción como de operación de la Radial Heredia – San José.

La cuantificación del impacto refiere a la cantidad de ecosistemas frágiles que serían afectados directamente por el trazado de la carretera, es decir el número de cursos de agua y bosques ribereños que serían atravesados por la infraestructura vial.

El conteo de los mismos se realizó mediante la revisión de material bibliográfico y verificación en campo. Los resultados obtenidos señalan que, en el área del proyecto, para las diferentes alternativas, existen un máximo de 12 ecosistemas frágiles y un mínimo de 1.

Estos valores son tomados como parámetros para establecer los rangos, a partir de los cuales se determina la intensidad relativa del impacto potencial de las alternativas.

La escala del impacto relacionado con la contaminación de los ecosistemas frágiles se presenta en el siguiente cuadro:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones                                       |
|----------|------------------------|---|
| 0        | No aplica              | No aplica   |
| - 1      | Baja                   | El proyecto afecta entre 1 y 4 ecosistemas frágiles |

|     |       |  |
|-----|-------|--|
| - 2 | Media | El proyecto afecta entre 5 y 8 ecosistemas frágiles  |
| - 3 | Alta  | El proyecto afecta entre 9 y 12 ecosistemas frágiles |

### 5.2.2. Comentarios

El análisis de los impactos potenciales del proyecto sobre los recursos Flora, Fauna y Ecosistemas Frágiles, se realizó en forma separada para cada una de las alternativas de la Radial Heredia – San José. Los resultados de dicha fase fueron integrados en una matriz, que permite apreciar la alternativa que representaría un menor impacto sobre el Medio Biótico.

Los criterios de medición seleccionados en la definición de la metodología de análisis de viabilidad ambiental, fueron aplicados en el análisis de cada alternativa, con el fin de definir la intensidad y direccionalidad (carácter negativo o positivo del efecto del proyecto sobre el medio) de los impactos potenciales, asignando a cada alternativa el valor correspondiente, de acuerdo con los datos obtenidos mediante la investigación sobre las condiciones del medio biótico (revisión documental y verificación en campo), tal y como está escrito en el apartado 4.4: Definición de Unidades de Medida.

Los valores obtenidos en la cuantificación de los diferentes impactos, establecidos de acuerdo con las tablas respectivas, fueron sumados, con el fin de obtener la valoración global del impacto potencial, de cada alternativa, sobre el Medio Biótico.

Los resultados de esta fase permiten determinar que la alternativa que cuenta con mayores impactos potenciales sobre el Medio Biótico, alcanza un valor de  $-12$ , mientras que aquella que plantea impactos potenciales de menor intensidad, recibe una valoración de  $-7$ .

Estos dos elementos se utilizaron como parámetros máximo y mínimo, respectivamente, para establecer la escala valorativa de impactos potenciales de cada alternativa de la Radial Heredia – San José.

Dicha escala es la siguiente:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones   |
|----------|------------------------|---|
| 0        | No aplica              | No aplica   |
| - 1      | Baja                   | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre 7 y 8 puntos   |
| - 2      | Media                  | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre 9 y 10 puntos  |
| - 3      | Alta                   | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre 11 y 12 puntos |

De acuerdo con el procedimiento seleccionado para la ponderación de los impactos, la columna identificada como Magnitud, constituye el indicador resumen que permite comparar las condiciones de viabilidad de las alternativas, en términos de la intensidad de los impactos potenciales asociados a cada una de ellas.

El cuadro N° 4 presenta los resultados del análisis de cada uno de los posibles impactos, y su respectiva sumatoria; para cada una de las alternativas de trazado de la Radial Heredia – San José, así

como el indicador resumen, que expresa la valoración integrada de los impactos del proyecto sobre el Medio Biótico.

**Cuadro 4**  
**Análisis de Viabilidad Ambiental Radial Heredia - San José**  
**Impactos Ambientales Potenciales, según Alternativa**  
**Medio Biótico**

| <b>Impacto</b>                     | <b>R.B. y<br/>Alt. F</b> | <b>Alt. A</b> | <b>Alt. B y<br/>Alt. F1</b> | <b>Alt. C1</b> | <b>Alt. C2</b> | <b>Alt. D y<br/>Alt. F2</b> | <b>Alt. E</b> |
|------------------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|---------------|
| Corta de vegetación                | -3                       | -3            | -3                          | -2             | -2             | -3                          | -2            |
| Eliminación de especies nativas    | -3                       | -3            | -3                          | -2             | -2             | -3                          | -2            |
| Barreras de dispersión y movilidad | -3                       | -3            | -3                          | -2             | -2             | -3                          | -2            |
| Contaminación ecosistemas frágiles | -3                       | -2            | -2                          | -1             | -2             | -2                          | -1            |
| <b>Sumatoria</b>                   | <b>-12</b>               | <b>-11</b>    | <b>-11</b>                  | <b>-7</b>      | <b>-8</b>      | <b>-11</b>                  | <b>-7</b>     |
| <b>Intensidad Impactos</b>         | <b>-3</b>                | <b>-3</b>     | <b>-3</b>                   | <b>-1</b>      | <b>-1</b>      | <b>-3</b>                   | <b>-1</b>     |

**R.B.:** Ruta Básica.

**Alt. A:** Alternativa A.

**Alt. B:** Alternativa B.

**Alt. C1:** Alternativa C1.

**Alt. C2:** Alternativa C2.

**Alt. D:** Alternativa D.

**Alt. E:** Alternativa E.

**Alt. F:** Alternativa F.

**Alt. F1:** Alternativa F1.

**Alt. F2:** Alternativa F2.

Como se observa en el Cuadro 4, las alternativas Ruta básica y F (Desvío Ferrocarril – Ruta básica), representan impactos potenciales de alta intensidad relativa, y de carácter negativo, sobre el medio Biótico de la zona, al igual que las alternativas A (Desvío Anillo Periférico), B (Desvío Circunvalación Norte), D (Circunvalación Norte completa), F1 (Desvío Ferrocarril – Desvío Circunvalación norte) y F2 (Desvío Ferrocarril – Circunvalación Norte completo).

La valoración de impactos potenciales para la Ruta básica (Diseño Original) y para la alternativa F, presentan el puntaje negativo más alto en todos los impactos potenciales sobre el medio biótico identificados, con respecto a la totalidad de las alternativas evaluadas, ya que en caso de construirse, el trazado de las mismas atravesaría la mayor cantidad de zonas con cobertura vegetal y de zonas que presentan algún grado de fragilidad, esto a pesar de tratarse de un medio caracterizado por un alto nivel de urbanización.

El impacto potencial asociado a las alternativas A, B, D, F1 y F2 tiene un peso menor que la ruta básica y su variante (alternativa F), si bien sigue tratándose de impactos de alta intensidad relativa.

Para las alternativas A, B, D, F1 y F2, la valoración es de -11 puntos, lo cual demuestra que se trata de una escasa diferencia con respecto a la alternativa ruta básica, cuyo impacto potencial es de -12. La diferencia se asocia básicamente con el hecho de que esta última atraviesa una mayor cantidad de ecosistemas frágiles.

Por otro lado, las alternativas que presentan un menor impacto potencial sobre el medio Biótico, son la C1 (Ferrocarril), C2 (Braulio Carrillo - Anillo Periférico - Ferrocarril) y E (Anillo Periférico completo).

Los tres casos representan impactos potenciales de baja intensidad relativa, con carácter negativo, pues estas alternativas atraviesan la menor cantidad de zonas con cobertura vegetal y bosques ribereños.

Es importante observar que en el caso de las alternativas C1 y C2, ya existe un derecho vía del ferrocarril, el cual consta de aproximadamente 10 metros de ancho, área que se encuentra impactada, por lo que el potencial de afectación de dichas alternativas se reduce a los segmentos en que se desarrollen nuevas obras de infraestructura vial. Lo anterior determina que el impacto potencial, por corta de vegetación y barreras de movilidad y dispersión, sea menor.

La diferencia existente entre la consideración de impactos potenciales para la alternativa C1 y C2, que determina que en el caso de la primera el impacto global sea valorado en  $-7$  y la segunda en  $-8$ , responde al hecho que la subalternativa que combina el derecho de vía del Ferrocarril con la autopista Braulio Carrillo, abarca un segmento importante que actualmente está sin construir y contiene recurso que sería potencialmente afectado por el proyecto.

El análisis de los impactos potenciales de la Radial Heredia – San José, sobre el medio biótico, permite determinar que las alternativas con mejores condiciones de viabilidad son la C1 y la E, si bien esta última presenta como limitante el estar referida a la posibilidad de coordinar la programación del proyecto de construcción de la Radial Heredia – San José, con el proyecto de construcción del Anillo Periférico, situación que podría representar un elemento de peso en la toma de decisiones sobre la alternativa a desarrollar.

### **5.3. Impactos Potenciales sobre el Medio Antrópico**

El análisis de viabilidad ambiental incorpora la consideración de los impactos potenciales de la nueva Radial Heredia – San José sobre los recursos del Medio Antrópico, específicamente sobre Población, Paisaje, Sitios Arqueológicos, Sitios Históricos, Culturales y Recreativos y Uso del Suelo.

Los impactos potenciales se describen a continuación.

#### **5.3.1. Descripción y Valoración de Impactos**

##### **a. Alteración Calidad Vida**

La relación entre el proyecto y el medio antrópico plantea la posibilidad de afectación directa de la población, en términos de la calidad de vida de las comunidades comprendidas dentro del área de influencia del proyecto (500 metros a ambos lados del trazado del Corredor).

Si bien la valoración de la calidad de vida de una comunidad representa una labor de alta complejidad, pues involucra el análisis de una serie de fenómenos interrelacionados, tanto objetivos

como subjetivos; para efectos operativos se ha definido la posibilidad de alteración en términos del número de comunidades afectadas por el desarrollo del proyecto.

La habilitación de una carretera representa una pérdida de tranquilidad para la población residente en el área de influencia, por lo que se considera un impacto de carácter negativo. Se asume, entonces, que la calidad de los impactos potenciales es la misma en cada una de las alternativas, de ahí que las diferencias significativas se vinculen más bien con el número de casos afectados por los mismos.

Considerando que el análisis tiene un alcance preliminar, no se plantea la necesidad de realizar un conteo exhaustivo de las unidades residenciales, por lo que se utiliza como unidad de valoración el número de comunidades o “barrios” (núcleos independientes de viviendas, que se supone presentan una red importante de interrelaciones), comprendidos dentro del área de influencia del proyecto, identificados mediante la revisión de la información cartográfica disponible.

Para la valoración de este impacto potencial no se establecen diferencias entre los segmentos previamente impactados por la existencia de infraestructura vial (caso de la autopista Braulio Carrillo y del Ferrocarril) pues la habilitación de la Radial Heredia – San José modificaría las condiciones actuales de flujo vehicular, por lo que de todas formas representaría un impacto sobre las comunidades aledañas.

El análisis efectuado determinó que todas las alternativas representarían la afectación de varias comunidades, encontrando que en el caso de mayor importancia relativa se afectan 52 barrios, mientras que en el de menor importancia se podrían afectar 35.

Estos criterios se utilizaron como parámetros para establecer la escala valorativa de los impactos potenciales asociados a cada alternativa, que permita realizar la comparación entre ellas. La escala definida se presenta a continuación:

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>   |
|-----------------|-------------------------------|--|
| 0               | No aplica                     | No aplica  |
| - 1             | Baja                          | El área de influencia del proyecto comprende entre 35 y 40 comunidades |
| - 2             | Media                         | El área de influencia del proyecto comprende entre 41 y 46 comunidades |
| - 3             | Alta                          | El área de influencia del proyecto comprende entre 47 y 52 comunidades |

#### **b. Pérdida de Acceso a Facilidades Sociales**

Tal y como se describió, el área de influencia del proyecto (500 metros a ambos lados del corredor vial) abarca una serie de comunidades, las cuales cuentan con una infraestructura de servicios sociales de cobertura local, cuyo acceso para la población se vería limitado a partir de la habilitación de la Radial, por lo que se asume que se trata de un impacto potencial de carácter negativo.

La magnitud del impacto va a depender del número de servicios cuya cobertura se vería restringida, obligando a una reorientación de la oferta y demanda de los mismos.

La unidad de medida seleccionada en este caso corresponde al número de facilidades comprendidas dentro del área de influencia del proyecto, entre las cuales se incluyen centros educativos, centros de salud y Cruz Roja, oficinas gubernamentales, bancos, servicio de correo, estaciones de buses, bomberos, seguridad pública y templos.

Para valorar la importancia relativa del impacto, se procedió a contar el número de locales de este tipo, comprendidos dentro del área de influencia de cada alternativa. Estos elementos serán identificados a partir de la revisión de la información cartográfica disponible.

La revisión realizada permitió determinar que todas las alternativas cuentan con facilidades sociales, por lo que existe la susceptibilidad de afectación del recurso. La alternativa que presenta una mayor cantidad de locales que ofrecen servicios sociales, cuenta con 69, mientras que la que tiene una menor cantidad, contiene 28 locales de este tipo dentro del área de influencia.

Estos valores son utilizados como base para definir los rangos de la escala valorativa de la intensidad del potencial impacto, que se presenta en el siguiente cuadro:

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>  |
|-----------------|-------------------------------|---|
| 0               | No aplica                     | No aplica   |
| - 1             | Baja                          | El proyecto afecta entre 28 y 41 locales que ofrecen servicios sociales |
| - 2             | Media                         | El proyecto afecta entre 42 y 55 locales que ofrecen servicios sociales |
| - 3             | Alta                          | El proyecto afecta entre 56 y 69 locales que ofrecen servicios sociales |

### **c. Efecto Barrera**

El desarrollo del proyecto representaría la ruptura del esquema actual de relaciones sociales y de movilización local, al separar unidades residenciales en dos sectores, que quedarían definitivamente aislados el uno del otro.

Este fenómeno, de carácter negativo, se conoce como “efecto barrera” y será analizado en términos del número de unidades residenciales en las que se verificaría la ruptura, a lo largo del trazado de cada una de las alternativas.

La unidad residencial que se tomará como referente es el “barrio” (núcleos independientes de viviendas, que se supone presentan una red importante de interrelaciones), los cuales serán identificados mediante la revisión de información cartográfica actualizada y trabajo de campo.

El número mínimo y máximo de barrios que serán afectados por el desarrollo del Proyecto (5 y 16, respectivamente), se tomarán como base para valorar la intensidad de los impactos potenciales, estableciendo una escala, tal y como se expresa a continuación:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones  |
|----------|------------------------|--|
| 0        | No aplica              | No aplica  |
| - 1      | Baja                   | El trazado de la alternativa atraviesa entre 5 y 8 barrios   |
| - 2      | Media                  | El trazado de la alternativa atraviesa entre 9 y 12 barrios  |
| - 3      | Alta                   | El trazado de la alternativa atraviesa entre 13 y 16 barrios |

#### d. Reasentamiento

El impacto por reasentamiento se refiere exclusivamente a la movilización definitiva de los actuales ocupantes de los terrenos requeridos para la habilitación de la Radial, lo cual constituye un impacto potencial de carácter negativo.

Evidentemente, se trata de un impacto difícil de valorar en un estudio de carácter exploratorio, no obstante es posible establecer una relación entre el patrón de uso del suelo predominante (urbano – no urbano) en el área del proyecto, y la magnitud de los desplazamientos que serían provocados por el mismo.

De esta manera se puede inferir que en zonas densamente pobladas, la magnitud del impacto sería más alta, por lo que se tomará el porcentaje de terreno con uso urbano, en cada una de las alternativas, como unidad de comparación entre las mismas.

El componente urbano se identifica mediante la revisión de la información cartográfica disponible, que permite establecer las tendencias actuales.

De esta manera, la alternativa cuyo diseño contemple un mayor componente urbano (77% del área total) se relaciona con el impacto potencial más alto, mientras que la alternativa con un componente urbano comparativamente más bajo (34% del área del proyecto) se vincula con el impacto potencial de intensidad más baja.

A partir de estos rangos, se estableció la siguiente escala valorativa:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones  |
|----------|------------------------|--|
| 0        | No aplica              | No aplica  |
| - 1      | Baja                   | El trazado del proyecto presenta un componente urbano bajo (entre 34 y 48% del trazado)  |
| - 2      | Media                  | El trazado del proyecto presenta un componente urbano medio (entre 49 y 63% del trazado) |
| - 3      | Alta                   | El trazado del proyecto presenta un componente urbano alto (entre 64 y 77% del trazado)  |

Con respecto a este fenómeno, es necesario excluir dentro de la medición, el sector comprendido por la autopista Braulio Carrillo, puesto que es una vía libre en la actualidad. Esto no ocurre en el caso

del derecho de vía del ferrocarril, puesto que las márgenes del mismo se encuentran invadidas parcial o totalmente, especialmente en los segmentos urbanos; de ahí que no se excluya de la valoración de este impacto.

### **e. Seguridad Vial**

La habilitación de una carretera representa, en sí misma, un impacto negativo relacionado con la disminución de la seguridad vial, pues independientemente de que se adopten todas las medidas preventivas posibles, existe un riesgo potencial de ocurrencia de accidentes.

Si bien no es posible definir cuál va a ser la magnitud real del impacto, se puede inferir que entre más extensos sean los tramos donde se verifique un cambio en el patrón de uso del suelo, desde usos calificados como no urbanos (zonas agrícolas, remanentes de vegetación, charrales, entre otras) para ser aprovechados como infraestructura vial; mayor será el impacto vinculado con la pérdida de seguridad vial, ya que dichos tramos no presentan actualmente problemas de seguridad, los cuales se presentarían a partir de la habilitación de la Radial.

Se parte de que los segmentos urbanos, por el hecho de contar con una red vial más estructurada y con flujos vehiculares más intensos, ya se encuentran impactadas, por lo que se excluyen de la posibilidad de afectación.

Por lo tanto, la existencia de segmentos previamente impactados, como el caso de la autopista Braulio Carrillo y otros tramos urbanos, reduce el potencial impacto sobre la seguridad vial.

Se tomará como unidad de medida el porcentaje de área de proyecto en la que se experimentará el cambio desde uso no urbano a infraestructura vial, es decir, aquella en que se verificará la pérdida de seguridad vial.

De acuerdo con la revisión cartográfica, se determinó que todas las alternativas podrían representar impactos sobre la seguridad vial, definiéndose que en el caso donde este sería mayor, es decir, aquel en que en la actualidad se cuente con un mayor componente de uso no urbano, un 61% del área del proyecto experimentaría disminución de seguridad vial, mientras que el mínimo corresponde a un 23% del área total, en la que se podría presentar dicho fenómeno.

La escala que se aplica para valorar la intensidad de este potencial impacto, es la siguiente:

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>   |
|-----------------|-------------------------------|--|
| 0               | No aplica                     | No aplica  |
| - 1             | Baja                          | Entre un 23 y un 35% del área del proyecto experimentará un cambio de uso (no urbano a urbano) |
| - 2             | Media                         | Entre un 36 y un 48% del área del proyecto experimentará un cambio de uso (no urbano a urbano) |
| - 3             | Alta                          | Entre un 49 y un 61% del área del proyecto experimentará un cambio de uso (no urbano a urbano) |

## **f. Eficiencia del Transporte**

El Proyecto Corredor Vial brinda solución a la necesidad de contar con una ruta alterna que conecte las ciudades de Heredia y San José, por lo que se considera que cualquiera de las alternativas va a representar un impacto positivo sobre las condiciones de transporte. Es posible establecer diferencias, únicamente en términos del tiempo real de desplazamiento que se asocia a cada una de ellas. El factor tiempo, sobre todo si se toma en cuenta el total de horas que invierte un usuario en desplazamiento, constituye un aspecto muy importante para diferenciar, así, las alternativas.

Se tomará como parámetro comparativo la longitud total de cada una de las alternativas, de tal manera que el impacto potencial de más alta intensidad, se asocia con la alternativa que implique un menor desplazamiento, y el impacto de intensidad baja con la alternativa que represente un desplazamiento menor, tal y como se expresa en el cuadro siguiente:

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>                                  |
|-----------------|-------------------------------|---|
| 0               | No aplica                     | No aplica   |
| +1              | Baja                          | La longitud de la Radial oscila entre 11801m y 12800m |
| +2              | Media                         | La longitud de la Radial oscila entre 10801 y 11800m  |
| +3              | Alta                          | La longitud de la Radial oscila entre 9800m y 10800m  |

## **g. Modificación de Paisaje**

La construcción de una carretera implica, tanto durante la fase de construcción como de operación de la misma, una modificación del paisaje. En términos generales, se asocia con la pérdida de vegetación y con la colocación posterior de anuncios publicitarios a los lados de la vía, lo cual representa una degradación paisajística. En este caso se considera únicamente el impacto negativo, con independencia de las medidas de mitigación que se puedan implementar posteriormente.

Para cuantificar este impacto se tomará como parámetro la longitud de trazado de la vía que atraviesa zonas con cobertura vegetal, ocasionando pérdida de la misma y degradación paisajística, de manera que la alternativa que presente un mayor componente de cobertura vegetal, a lo largo del diseño de la vía, presentará un impacto potencial más alto.

La escala valorativa de la potencial modificación del paisaje, a partir de la construcción de la Radial, es la siguiente:

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>  |
|-----------------|-------------------------------|---|
| 0               | No aplica                     | No aplica   |
| - 1             | Baja                          | El trazado de la Radial atraviesa entre 1 y 2650 m de zonas donde se podría presentar degradación paisajística    |
| - 2             | Media                         | El trazado de la Radial atraviesa entre 2651 y 5300 m de zonas donde se podría presentar degradación paisajística |

|     |      |   |
|-----|------|---|
| - 3 | Alta | El trazado de la Radial atraviesa entre 5301 y 7950 m de zonas donde se podría presentar degradación paisajística |
|-----|------|---|

#### **h. Afectación de Sitios Arqueológicos**

Para la consideración de este impacto se parte del conteo de sitios arqueológicos, que se encuentran en el área de influencia del proyecto, para cada una de las alternativas, como una forma de aproximar el impacto negativo asociado a la afectación de los mismos, y a la afectación del recurso existente en las zonas aledañas, con una alta probabilidad de contenerlo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de la información disponible en el Banco de Datos del Museo Nacional de Costa Rica, el diseño de todas las alternativas presenta, dentro de sus respectivas áreas de influencia, sitios arqueológicos registrados.

El número mayor de sitios, que presente alguna de las alternativas, será tomado como parámetro de alta intensidad de la potencial afectación de los mismos, y la menor cantidad de sitios afectados como parámetro de baja intensidad del impacto. En ese sentido, la cantidad de sitios oscila entre 7 y 14 unidades, por lo que esos valores serán tomados como rangos máximo y mínimo en la valoración del impacto, tal y como se muestra en el próximo cuadro.

| <b>Magnitud</b> | <b>Intensidad del Impacto</b> | <b>Observaciones</b>   |
|-----------------|-------------------------------|--|
| 0               | No aplica                     | No aplica  |
| - 1             | Baja                          | El desarrollo del proyecto podría afectar entre 7 y 8 sitios arqueológicos   |
| - 2             | Media                         | El desarrollo del proyecto podría afectar entre 9 y 11 sitios arqueológicos  |
| - 3             | Alta                          | El desarrollo del proyecto podría afectar entre 12 y 14 sitios arqueológicos |

#### **i. Descubrimiento de Sitios Arqueológicos**

Las obras de construcción de la Radial Heredia - San José representan la posibilidad de alteración del recurso arqueológico existente, en aquellas zonas donde exista potencial.

Los terrenos en los cuales existe posibilidad de encontrarse material arqueológico son, principalmente, aquellos que en la actualidad no muestran un uso urbano (residencial, comercial, industrial, infraestructura vial u otros), ya que en estos casos el recurso, de haber existido, se encontraría destruido.

La unidad de medición definida para valorar el impacto, corresponde al porcentaje de terreno con uso no urbano, de tal forma que entre más alto sea éste, mayor el potencial de descubrir sitios arqueológicos.

Al igual que en la valoración del impacto sobre seguridad vial, no se tomarán en cuenta segmentos previamente impactados, como es el caso de la autopista Braulio Carrillo. La escala definida considera los siguientes rangos:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones  |
|----------|------------------------|--|
| 0        | No aplica              | No aplica  |
| - 1      | Baja                   | Entre un 23 y un 35% del área del proyecto tiene potencial de contener material arqueológico |
| - 2      | Media                  | Entre un 36 y un 48% del área del proyecto tiene potencial de contener material arqueológico |
| - 3      | Alta                   | Entre un 49 y un 61% del área del proyecto tiene potencial de contener material arqueológico |

#### **j. Pérdida de Acceso a Sitios Históricos, Culturales y Recreativos**

En este caso se valora la existencia de comunidades equipadas con este recurso, y que a partir del desarrollo del Proyecto perderán la posibilidad de acceso al mismo, como una manifestación del efecto barrera asociado a la habilitación de la carretera.

Para la consideración de este impacto se parte del conteo de sitios históricos, culturales y recreativos (parques, plazas, centros deportivos, monumentos históricos, salones comunales, y cualquier otra facilidad recreativa identificada), que se encuentran en el área de influencia del proyecto, para cada una de las alternativas. Es importante señalar que la zona está prácticamente desprovista de patrimonio histórico, por lo que el peso relativo de esta variable es prácticamente nulo.

La cantidad de sitios afectados permite estimar el potencial impacto negativo asociado a la pérdida de acceso a dicho recurso, por parte de los miembros de las comunidades en que se ubican, en caso de que las mismas sean divididas por la Radial.

El número mayor de sitios afectados, será tomado como parámetro de alta intensidad, y la menor cantidad de sitios afectados, como parámetro de baja intensidad del impacto. Los parámetros para valorar el impacto potencial de las alternativas, sobre el recurso sitios históricos, culturales y recreativos, se presenta en el siguiente cuadro:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones  |
|----------|------------------------|--|
| 0        | No aplica              | No aplica  |
| - 1      | Baja                   | El trazado de la radial afecta entre 34 y 44 sitios históricos, culturales y/o recreativos |
| - 2      | Media                  | El trazado de la radial afecta entre 45 y 54 sitios históricos, culturales y/o recreativos |
| - 3      | Alta                   | El trazado de la radial afecta entre 55 y 64 sitios históricos, culturales y/o recreativos |

#### **k. Cambio Patrón Uso del Suelo**

El desarrollo del proyecto modificaría, en forma directa, el patrón de uso del suelo. Este fenómeno se verificaría en el área del proyecto, la cual está constituida por el derecho de vía del mismo; de manera que entre mayor sea el área de una alternativa, mayor será el impacto relacionado con cambio de uso del suelo. Este fenómeno no aplica en el caso del segmento comprendido por la Autopista Braulio Carrillo, que conservará su uso actual. En el caso del Ferrocarril, a pesar de que representa infraestructura vial, se verifica el cambio del uso debido a que es necesario ampliar el derecho de vía del mismo, de manera que sea apto para la Radial. La escala valorativa de este impacto potencial es la siguiente:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones   |
|----------|------------------------|---|
| 0        | No aplica              | No aplica   |
| - 1      | Baja                   | Área que cambia de uso oscila entre 420000 m <sup>2</sup> y 490000 m <sup>2</sup> |
| - 2      | Media                  | Área que cambia de uso oscila entre 490001 m <sup>2</sup> y 565000 m <sup>2</sup> |
| - 3      | Alta                   | Área que cambia de uso oscila entre 565001 m <sup>2</sup> y 640000 m <sup>2</sup> |

### 5.3.2. Comentarios

El análisis de impacto potencial sobre los recursos Población, Paisaje, Recurso Arqueológico, Sitios históricos, culturales y recreativos y Uso del suelo, se realizó en forma separada para cada una de las alternativas, y los resultados se integraron en una matriz que permite apreciar la alternativa que representaría un menor impacto sobre el Medio Antrópico

Los criterios identificados fueron aplicados en el análisis de cada alternativa, con el fin de definir la intensidad y direccionalidad de los impactos potenciales, asignando a cada alternativa el valor correspondiente, de acuerdo con los datos obtenidos mediante la investigación sobre las condiciones del medio (revisión documental y verificación en campo), tal y como está descrito en el apartado 4.4: Definición de Unidades de Medida.

Los valores obtenidos en la cuantificación de los diferentes impactos, establecidos de acuerdo con las tablas respectivas, fueron sumados, con el fin de obtener la valoración global del impacto potencial, de cada alternativa, sobre el medio antrópico.

Los resultados de esta fase permiten establecer que la alternativa que cuenta con mayores impactos potenciales sobre el medio antrópico, alcanza un valor de -24, mientras que aquella que plantea impactos potenciales de menor intensidad, recibe una valoración de -14.

Estos dos elementos se utilizaron como parámetros máximo y mínimo, respectivamente, para establecer la escala valorativa de impactos potenciales de cada alternativa de la Radial Heredia – San José sobre el Medio Antrópico, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

| Magnitud | Intensidad del Impacto | Observaciones   |
|----------|------------------------|---|
| 0        | No aplica              | No aplica   |
| - 1      | Baja                   | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre 15 y 17 puntos |

|     |       |   |
|-----|-------|---|
| - 2 | Media | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre 18 y 20 puntos |
| - 3 | Alta  | Sumatoria de impactos potenciales oscila entre 21 y 23 puntos |

De acuerdo con el procedimiento seleccionado para la ponderación de los impactos, la columna identificada como Magnitud, constituye el indicador resumen que permite comparar las condiciones de viabilidad de las alternativas, en términos de la intensidad de los impactos potenciales asociados a cada una de ellas.

El cuadro N° 5 presenta el resultado del análisis de cada uno de los posibles impactos, y su respectiva sumatoria, así como la valoración integrada de los impactos del proyecto sobre el medio antrópico.

**Cuadro 5**  
**Análisis de Viabilidad Ambiental Radial Heredia - San José**  
**Impactos Ambientales Potenciales, según Alternativa**  
**Medio Antrópico**

| Impacto   | R.B. y<br>Alt. F | Alt. A     | Alt. B y<br>Alt. F1 | Alt. C1    | Alt. C2    | Alt. D y<br>Alt. F2 | Alt. E     |
|---|------------------|------------|---------------------|------------|------------|---------------------|------------|
| Alteración calidad vida   | -2               | -1         | -1                  | -2         | -3         | -2                  | -2         |
| Pérdida acceso facilid sociales                                   | -3               | -3         | -1                  | -3         | -3         | -1                  | -1         |
| Efecto barrera  | -2               | -1         | -1                  | -3         | -2         | -1                  | -1         |
| Reasentamiento  | -1               | -2         | -1                  | -3         | -1         | -1                  | -1         |
| Seguridad Vial  | -3               | -2         | -3                  | -1         | -1         | -3                  | -2         |
| Eficiencia transporte   | +1               | +3         | +3                  | +3         | +1         | +2                  | +1         |
| Modificación paisaje  | -3               | -3         | -3                  | -2         | -2         | -3                  | -2         |
| Afectación sitios<br>arqueológicos                                | -2               | -2         | -1                  | -2         | -3         | -1                  | -3         |
| Descubrimiento sitios<br>arqueológicos                            | -3               | -2         | -3                  | -1         | -1         | -3                  | -2         |
| Pérdida acceso a sitios históri-<br>cos, culturales y recreativos | -3               | -1         | -1                  | -3         | -3         | -1                  | -1         |
| Cambio patrón uso del suelo                                       | -3               | -2         | -2                  | -2         | -1         | -2                  | -1         |
| <b>Sumatoria</b>  | <b>-24</b>       | <b>-16</b> | <b>-14</b>          | <b>-19</b> | <b>-19</b> | <b>-16</b>          | <b>-15</b> |
| <b>Intensidad Impactos</b>  | <b>-3</b>        | <b>-1</b>  | <b>-1</b>           | <b>-2</b>  | <b>-2</b>  | <b>-1</b>           | <b>-1</b>  |

**R.B.:** Ruta Básica.

**Alt. A:** Alternativa A.

**Alt. B:** Alternativa B.

**Alt. C1:** Alternativa C1.

**Alt. C2:** Alternativa C2.

**Alt. D:** Alternativa D.

**Alt. E:** Alternativa E.

**Alt. F:** Alternativa F.

**Alt. F1:** Alternativa F1.

**Alt. F2:** Alternativa F2.

De acuerdo con los resultados obtenidos, una vez realizado el inventario de los recursos de que está provisto el medio antrópico, ya sea en el área del proyecto o en el área de influencia del mismo, se determina que las alternativas que presentan mejores condiciones de viabilidad son la B (Desvío

Circunvalación Norte) y la F1 (Desvío Ferrocarril – Desvío Circunvalación Norte). Ambas reciben una calificación de -14 puntos, lo cual representa el menor impacto potencial relativo. En segundo lugar, y con una diferencia poco significativa con respecto a la primera, se encuentra la Alternativa E (Anillo Periférico completo), que alcanza una calificación de -15 puntos.

Tanto estas tres alternativas, como la A (Desvío Anillo Periférico), la D (Circunvalación Norte completo) y la F2 (Desvío Ferrocarril – Circunvalación Norte completo), representan impactos potenciales globales de carácter negativo y baja intensidad, sobre el medio antrópico.

Las alternativas A, D y F2 reciben una valoración de -16 puntos cada una.

Alternativas como la C1 (Derecho de vía del Ferrocarril) y C2 (Braulio Carrillo – Anillo Periférico – Ferrocarril), que pretenden aprovechar el derecho de vía del ferrocarril, parcial o totalmente, presentarían un impacto negativo de magnitud media, ambos con una calificación de -19.

Esta situación obedece a que, si bien se trata de un corredor previamente impactado, en mayor o menor grado, comprende un elevado componente de zona urbanizada, lo cual determina que en algunos casos las márgenes del ferrocarril estén cubiertas por viviendas.

La situación es menor en el caso de la alternativa C2, que plantea combinar el aprovechamiento del derecho de vía del ferrocarril con el uso de la autopista Braulio Carrillo, determinando una reducción relativa de los impactos.

Los impactos potenciales de más alta intensidad, asociados a estas alternativas, se verificarían en el sector urbano del Cantón Central de la provincia de Heredia, donde se registra una alta densidad de población, por lo que el costo de expropiación puede ser elevado; sin embargo la baja magnitud de otros impactos neutraliza la importancia relativa de este fenómeno, pues se trata de un medio impactado en cuanto a recurso arqueológico y posibilidades de uso del suelo, entre otras.

Finalmente, las alternativas Ruta básica y Alternativa F (Desvío Ferrocarril – Ruta básica) plantean una posibilidad de impactos negativos, con alta intensidad relativa. El impacto asociado a estas alternativas es el que obtiene la calificación más alta de todas las alternativas (-24).

Como conclusión, vemos que las mejores condiciones de viabilidad ambiental, con respecto a los impactos potenciales del proyecto sobre el medio antrópico, recaen, indistintamente, en las alternativas B y F1.

#### **5.4. Resumen de Resultados Análisis de Viabilidad**

Los resultados obtenidos en el análisis diferenciado, de los impactos potenciales de cada alternativa de diseño de la Radial Heredia – San José, sobre el Medio Físico, Biótico y Antrópico, expresados cada uno como un indicador resumen de las condiciones de direccionalidad e intensidad de los impactos globales sobre dichos medios, en escala numérica de 1 al 3, son retomados en este apartado para presentar la valoración final de las condiciones de viabilidad ambiental de cada alternativa.

Es importante recordar que la calificación de dichos impactos responde a un modelo comparativo, expresado mediante escala en tres rangos (alto, medio y bajo), calificaciones que deben ser

consideradas en forma relativa, pues pretenden evaluar diferencias entre proyectos que presentan, prácticamente, las mismas condiciones.

De esta manera, no se debe concluir que alguna de las alternativas implica efectos potenciales altos sobre el ambiente, pues como se explicó al definir la metodología de análisis de viabilidad, el medio en que se inserta se encuentra altamente alterado, y todos los impactos esperados son mitigables.

El siguiente cuadro resume la valoración de los posibles impactos que se vinculan a las obras de construcción y operación de la Radial Heredia - San José, en cada una de las alternativas propuestas.

**Cuadro 6**  
**Análisis de Viabilidad Ambiental Radial Heredia - San José**  
**Análisis de Impacto Ambiental según Alternativas**

| <b>Impacto</b>   | <b>R.B.<br/>y Alt. F</b> | <b>Alt. A</b> | <b>Alt. B y<br/>Alt. F1</b> | <b>Alt. C1</b> | <b>Alt. C2</b> | <b>Alt. D y<br/>Alt. F2</b> | <b>Alt. E</b> |
|------------------|--------------------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|---------------|
| Medio Físico     | -3                       | -3            | -3                          | -2             | -1             | -3                          | -1            |
| Medio Biótico    | -3                       | -3            | -3                          | -1             | -1             | -3                          | -1            |
| Medio Antrópico  | -3                       | -1            | -1                          | -2             | -2             | -1                          | -1            |
| <b>Sumatoria</b> | <b>-9</b>                | <b>-7</b>     | <b>-7</b>                   | <b>-5</b>      | <b>-4</b>      | <b>-7</b>                   | <b>-3</b>     |

**R.B.:** Ruta Básica.

**Alt. A:** Alternativa A.

**Alt. B:** Alternativa B.

**Alt. C1:** Alternativa C1.

**Alt. C2:** Alternativa C2.

**Alt. D:** Alternativa D.

**Alt. E:** Alternativa E.

**Alt. F:** Alternativa F.

**Alt. F1:** Alternativa F1.

**Alt. F2:** Alternativa F2.

## **6. Observaciones Finales**

Considerando las interrelaciones existentes entre el proyecto y el medio, se puede determinar que la alternativa más viable, en términos de su menor impacto ambiental, recae en la opción E, que propone aprovechar el Anillo Periférico desde el sector de la autopista Braulio Carrillo hasta la intersección de la futura Radial Barreal con el Río Bermúdez. Los impactos globales, del desarrollo de esta alternativa sobre el medio físico, biótico y antrópico son todos de carácter negativo y de baja intensidad. La calificación que recibe esta alternativa es de -3 puntos.

En segundo lugar se encuentran las alternativas relacionadas con el aprovechamiento, total o parcial, del derecho de vía del ferrocarril (C1 y C2), esto por cuanto se trata de zonas previamente impactadas. Este criterio disminuye principalmente el impacto potencial sobre los recursos del medio biótico, si bien para el caso del medio antrópico plantean impactos de mayor intensidad, sobre todo con respecto al componente de reasentamiento y afectación de comunidades aledañas, variables que se pueden considerar como sensibles en términos de viabilidad.

Las alternativas C1 (Ferrocarril) y C2 (Braulio Carrillo – Anillo Periférico – Ferrocarril) reciben, respectivamente, una valoración de -5 y -4 puntos.

Las alternativas A (Anillo Periférico), B (Desvío Circunvalación Norte), D (Circunvalación Norte completa), F1 (Desvío Ferrocarril – Desvío Circunvalación Norte) y F2 (Desvío Ferrocarril – Circunvalación Norte completo) obtienen resultados muy similares, en razón de compartir, en una proporción importante, los mismos segmentos.

El análisis realizado muestra que las cinco alternativas presentan impactos negativos de alta intensidad relativa sobre los recursos del medio físico y biótico, mientras que los impactos sobre el medio antrópico son también negativos pero de intensidad más baja. La valoración de las condiciones de viabilidad ambiental de cada una de estas alternativas es de  $-7$ , sin embargo el análisis diferenciada de estas alternativas permite determinar que de ellas, las alternativas B y F1 son las que cuentan con una mayor viabilidad ambiental.

Finalmente, las alternativas Ruta Básica y F (Desvío Ferrocarril – ruta básica) presentan los impactos potenciales de mayor intensidad relativa, tanto sobre los recursos del medio físico, biótico como del antrópico. Tal y como se desarrolló en apartados anteriores, el trazado de esta alternativa representa la potencial afectación del mayor número de ecosistemas frágiles, remanentes de vegetación y cuerpos de agua, así como elevados niveles de afectación sobre comunidades aledañas.

Es importante recordar que el análisis de viabilidad ambiental integra dimensiones diversas, de manera que en muchos casos la importancia de los impactos potenciales asociados a la construcción y operación del proyecto sobre ciertos recursos, es neutralizada por la inexistencia de impactos sobre otros. En términos globales, lo que interesa es realizar una ponderación, donde cada elemento cuente con un peso proporcional en los resultados finales.

Finalmente, se puede concluir que la opción ambientalmente más viable se relaciona con el aprovechamiento de infraestructura vial existente, por tratarse de zonas que ya han sido impactadas y, en ese sentido, no plantean una ruptura tan fuerte de la situación actual, si bien esto será inevitable.

Por otra parte, debe recordarse que, en el caso del aprovechamiento del derecho de vía del Ferrocarril (ya sea en su totalidad o en parte) se debe contemplar la necesidad de ampliarlo, lo cual puede incrementar el costo asociado a la mitigación de los impactos producidos, así como la valoración de los impactos relacionados con el mismo, principalmente con respecto al fenómeno de reasentamiento.

En la misma dirección, la viabilidad de alternativas que representen el aprovechamiento parcial de otros proyectos de infraestructura (Anillo Periférico, Circunvalación y Autopista Braulio Carrillo), debe contemplarse necesariamente la viabilidad política e institucional, tanto del desarrollo de los mismos, como de la posibilidad de integrar obras diferentes. Estos aspectos pueden ser incorporados al presente análisis, como criterios de excepción vinculados a cada una de las alternativas, redefiniendo la viabilidad de cada una de ellas.

**Apéndice N° 1**  
**Láminas de Alternativas de Estudio**

## **Apéndice N° 2**

### **Fuentes de información utilizadas**

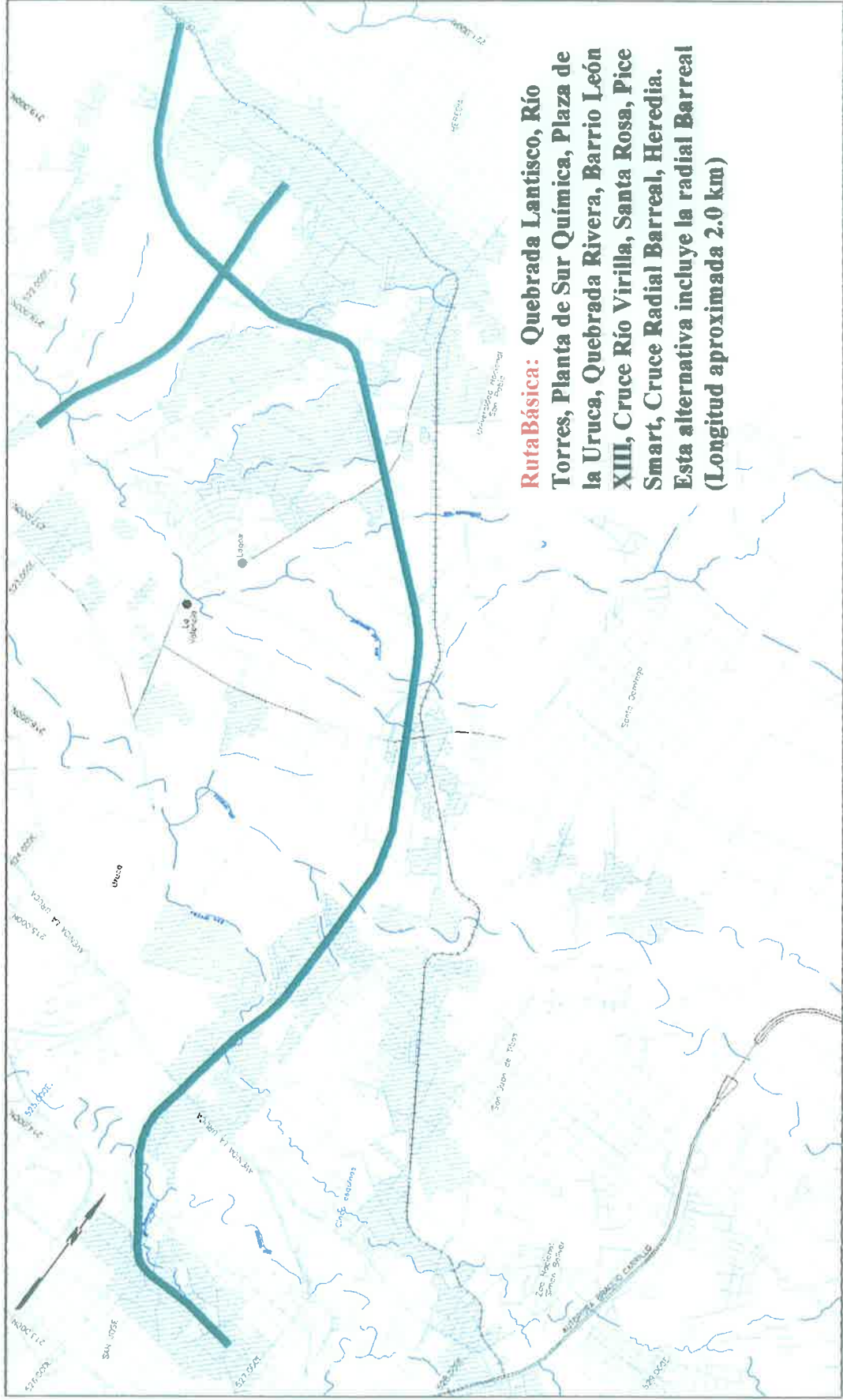
Arias, Lorena: Evaluaciones de Impacto Ambiental en Proyectos de Desarrollo (Documento de Trabajo). San José, UCR, 2000.

INEC, Departamento de Cartografía: Mapas censales:

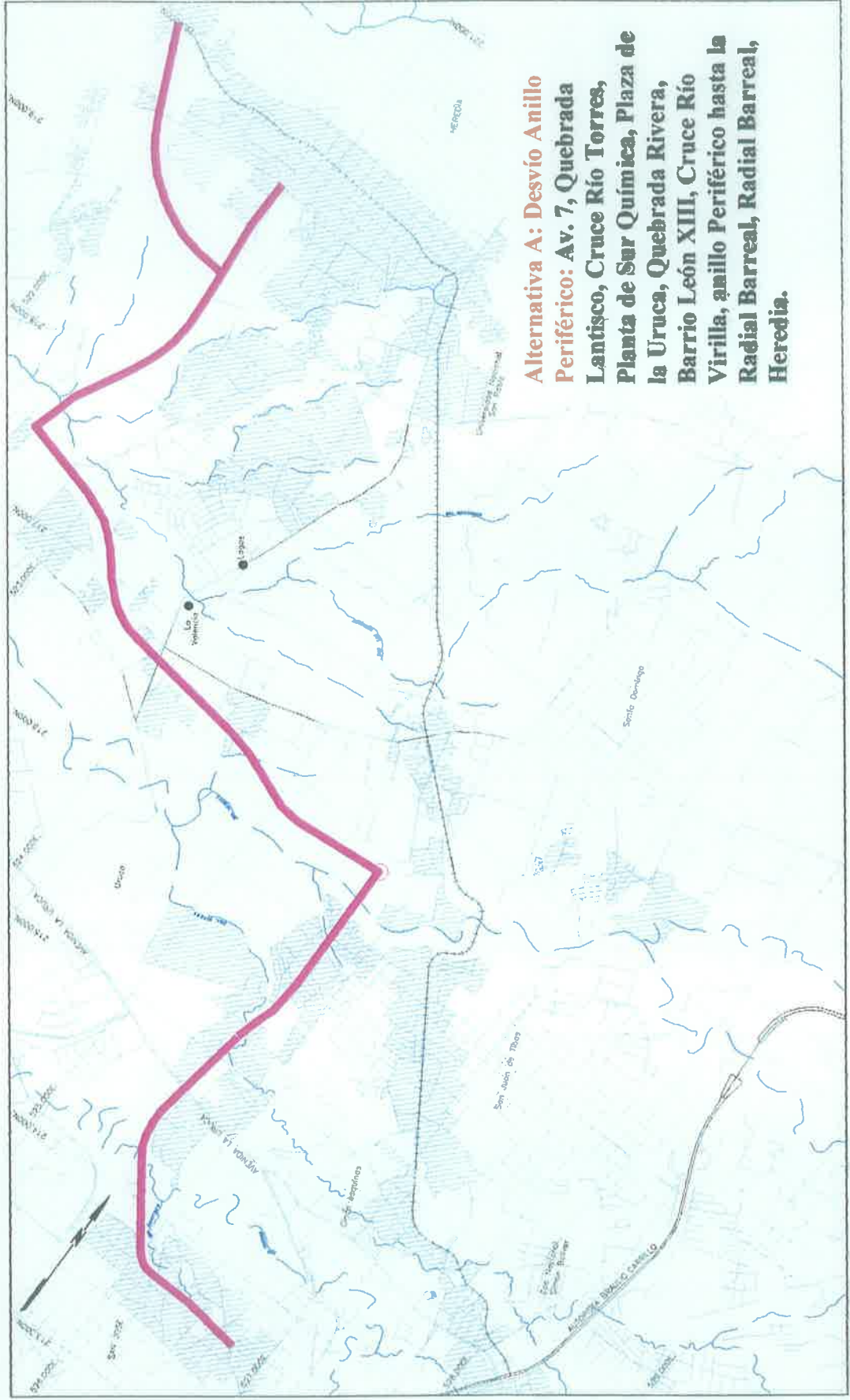
- Mapa 1:3000 La Uruca (1 – 01 – 007), marzo 1997.
- Mapa 1:2000 Mata Redonda (1 – 01 – 08), octubre 2000.
- Mapa 1:800 La Merced (1- 01 – 02), mayo 1993.
- Mapa 1:2000 San Juan (1 – 13 – 01), mayo 1990.
- Mapa 1:2000 Cinco Esquinas (1 – 13 – 02), mayo 1995.
- Mapa 1:1000 León XIII (1 – 13 – 04), diciembre 1994.
- Mapa 1:2000 Llorente (1 – 13 – 03), enero 1990.
- Mapa 1:2000 Calle Blancos (1 – 08 – 03), abril 1992.
- Mapa 1:2500 San Francisco (4 – 01 – 03), julio 2000.
- Mapa 1:1500 Heredia (4 – 01 – 01), junio 1997.
- Mapa 1:2500 San Pablo (4 – 09 – 01), marzo 1994.
- Mapa 1:3000 Ulloa (4 – 01 – 04), julio 1996.
- Mapa 1:2500 Santa Rosa (4 – 03 – 06), septiembre 1995.

IGN, Hojas Topográficas 1:10000: Pavas, Torres, Cubujuquí, Santo Domingo.

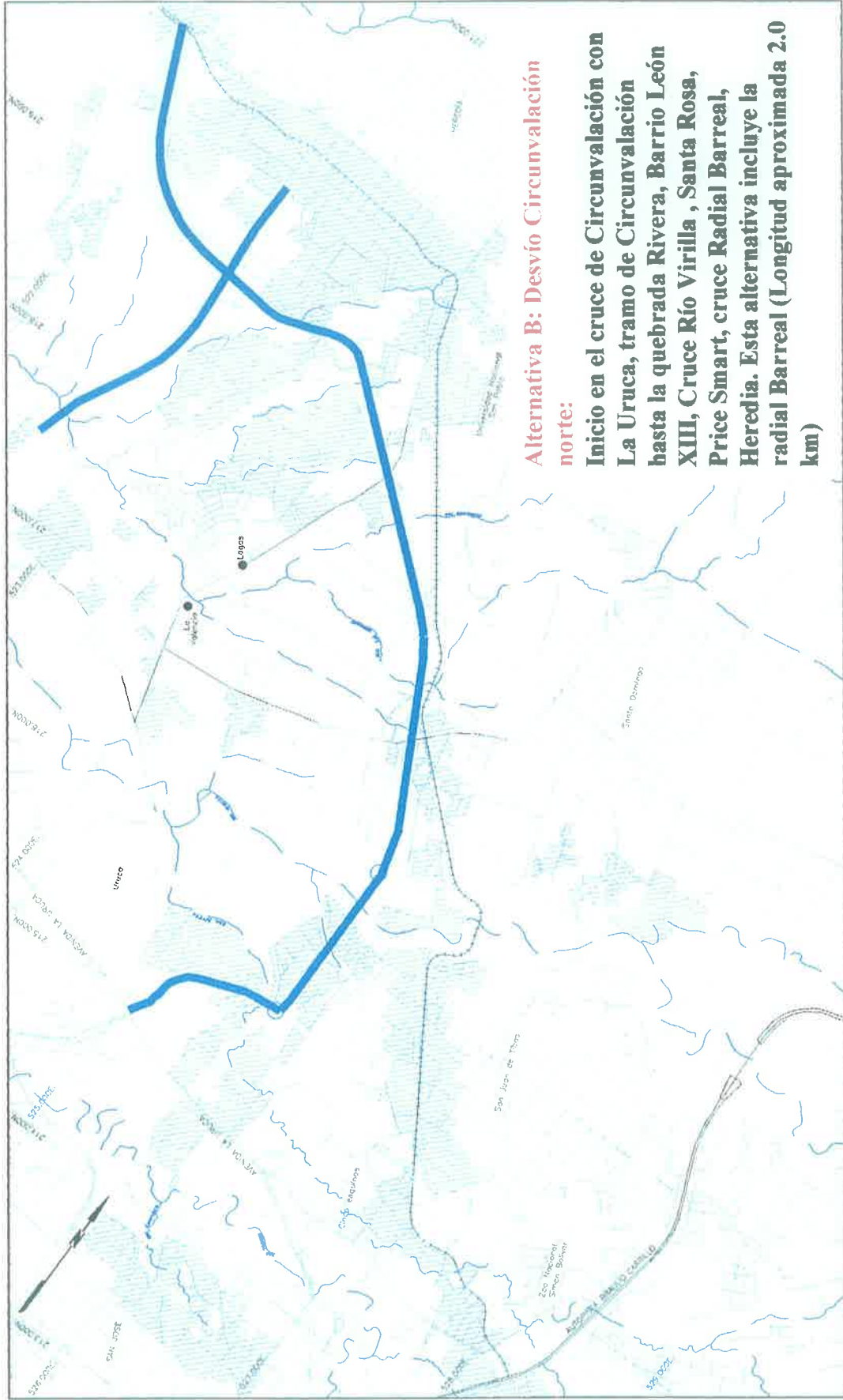
Proyecto Nueva Radial Heredia – San José  
Análisis Viabilidad Ambiental Alternativas del Trazado  
Lámina 1: Ruta Básica



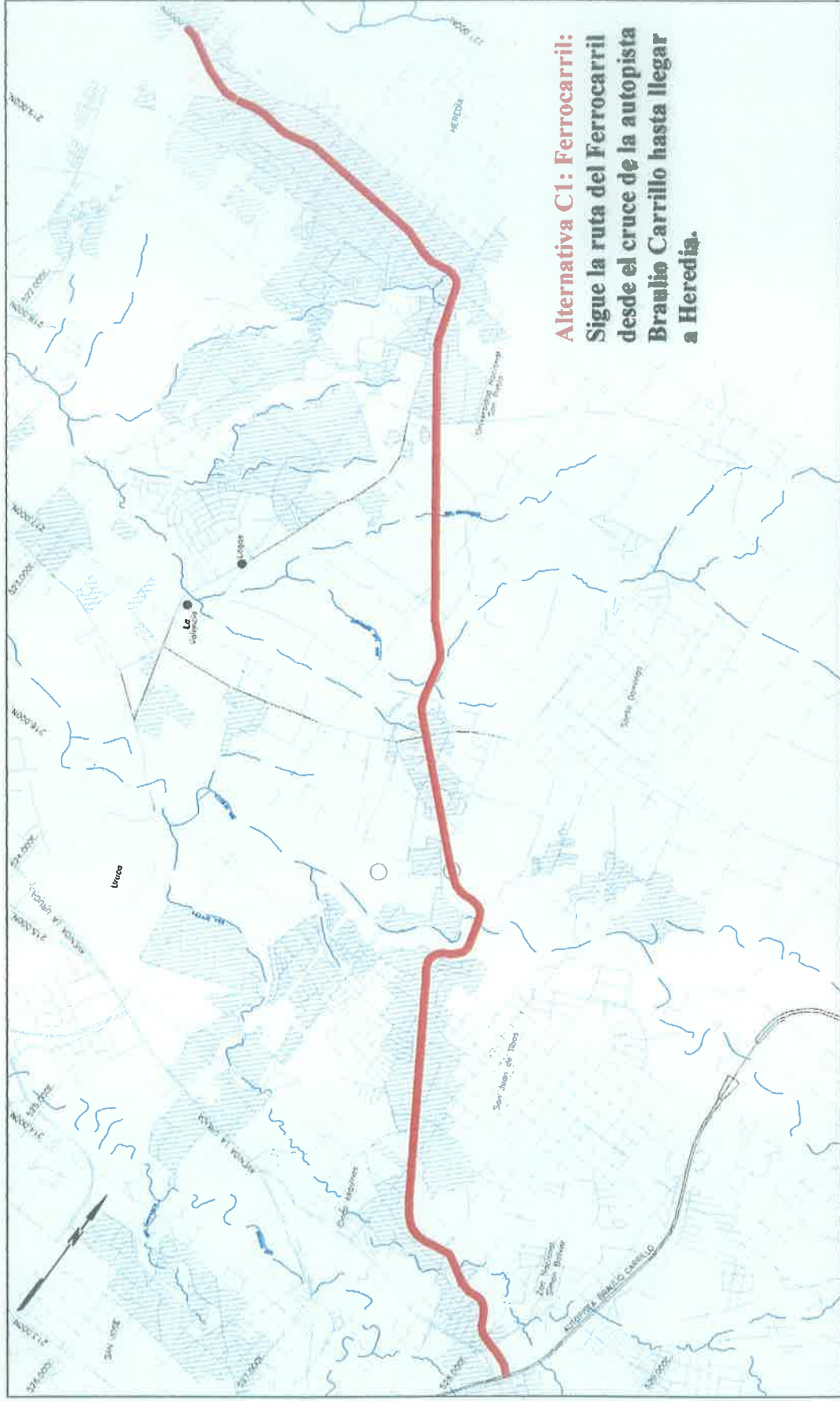
**Proyecto Nueva Radial Heredia – San José**  
**Análisis Viabilidad Ambiental Alternativas del Trazado**  
**Lámina 2: Alternativa A: Desvío Anillo Periférico**



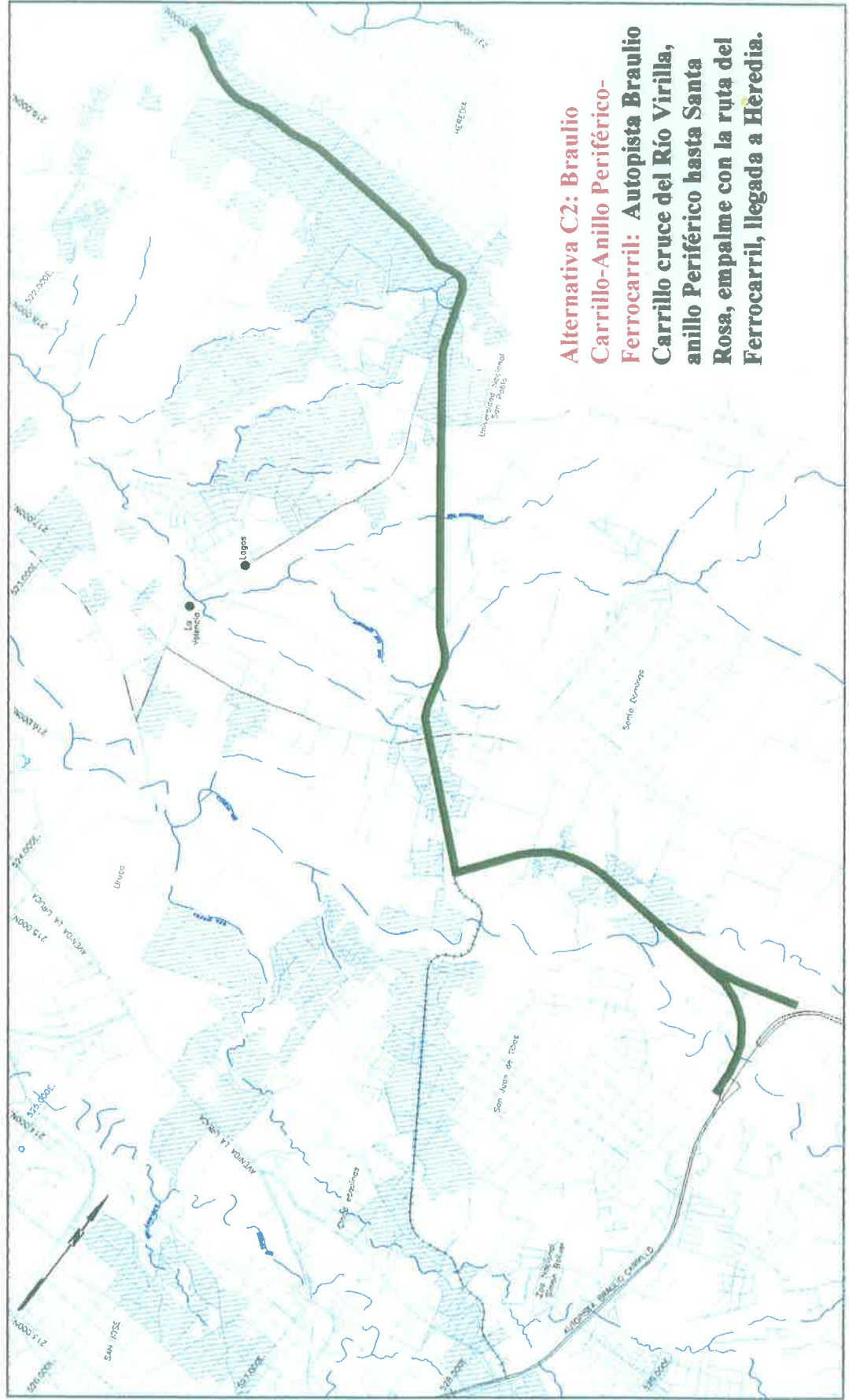
**Proyecto Nueva Radial Heredia – San José**  
**Análisis Viabilidad Ambiental Alternativas del Trazado**  
**Lámina 3: Alternativa B: Desvío Circunvalación Norte**



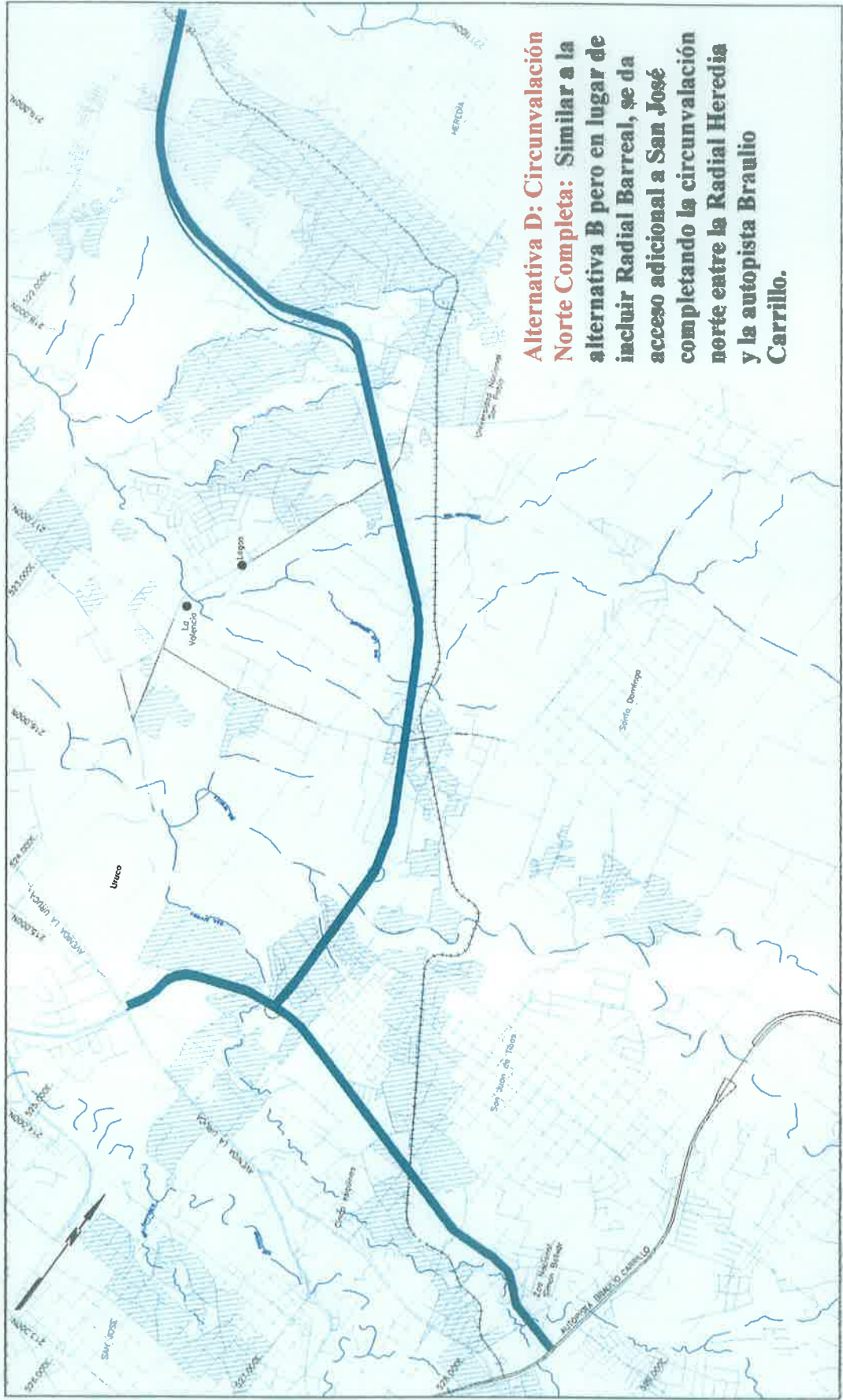
**Proyecto Nueva Radial Heredia – San José**  
**Análisis Viabilidad Ambiental Alternativas del Trazado**  
**Lámina 4: Alternativa C1: Ferrocarril**



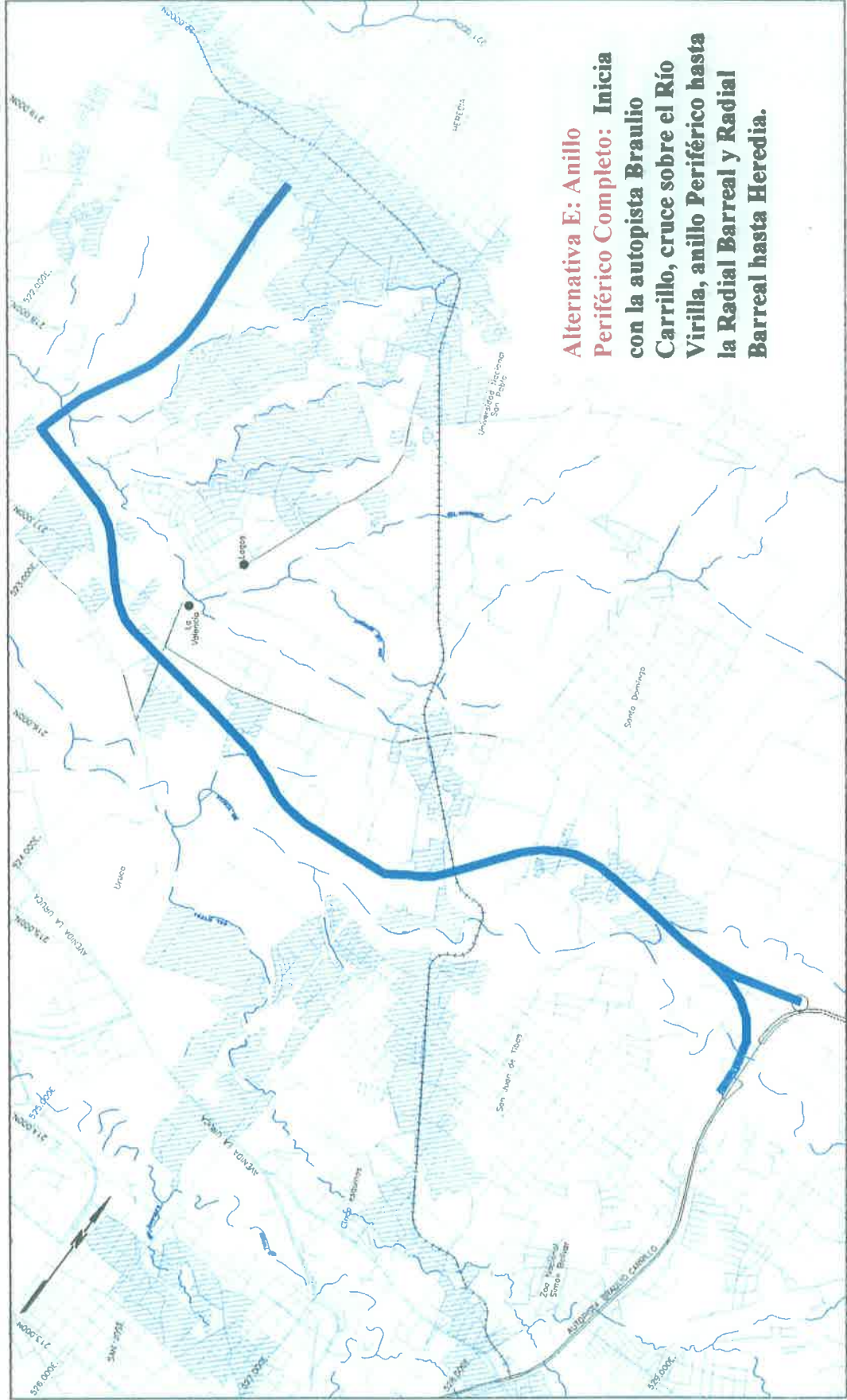
Proyecto Nueva Radial Heredia – San José  
Análisis Viabilidad Ambiental Alternativas del Trazado  
Lámina 5: Alternativa C2: Braulio Carrillo-Anillo Periférico-Ferrocarril



**Proyecto Nueva Radial Heredia – San José**  
**Análisis Viabilidad Ambiental Alternativas del Trazado**  
**Lámina 6: Alternativa D: Circunvalación Norte Completa**



**Proyecto Nueva Radial Heredia – San José**  
**Análisis Viabilidad Ambiental Alternativas del Trazado**  
**Lámina 7: Alternativa E: Anillo Periférico Completo**



**Alternativa E: Anillo Periférico Completo: Inicia con la autopista Braulio Carrillo, cruce sobre el Río Virilla, anillo Periférico hasta la Radial Barreal y Radial Barreal hasta Heredia.**

te la época de dominio colonial de España, ni durante las primeras décadas después de la independencia obtenida en 1821. Esto se debió a que no se contaba con yacimientos importantes de minerales valiosos, como el oro y la plata, ni con población indígena que permitiera el establecimiento de grandes haciendas con mano de obra barata.

A partir de la administración del Lic. Braulio Carrillo, el cultivo del café comenzó a generar alguna riqueza, que permitió extender la educación en cierta medida y construir algunos edificios y residencias que reflejaban las corrientes arquitectónicas dominantes en Europa hacia fines del Siglo XVIII y comienzos del Siglo XIX. La más notable realización de esa época fue el Teatro Nacional, verdadera joya arquitectónica en su estilo. También resultan de interés varias residencias, sobre todo en el Barrio Amón, el Colegio Superior de Señoritas, el Teatro Raventós, el Edificio Metálico, el Museo Nacional (antiguo Cuartel Bellavista), etc.

La tradición urbanística española dejó varios parques, casi siempre frente a iglesias o edificios públicos, como los parques Central, La Merced, Nacional, España y Morazán, y, en menor escala, El Carmen, la Soledad, Mora Fernández, etc.

Aunque San José fue creciendo, no fue realmente, hasta la primera mitad del presente siglo, sino una aldea alrededor de un teatro. Pero en los últimos cuarenta años, debido al auge de la economía, la aplicación de las tecnologías modernas, el fortalecimiento de la clase media, la extensión de la enseñanza a todos sus niveles la creciente migración del medio rural al urbano y otros factores, se ha experimentado un crecimiento explosivo en el Area Metropolitana de San José.

A pesar de numerosos esfuerzos, no se ha podido establecer controles efectivos al desarrollo-zonificación, urbanización, construcción, mapa oficial, renovación urbana-, sobre todo por existir múltiples organizaciones de nivel central o local que es

CUADRO Nº F-3

CALCULO DE LA POBLACION DE LOS DISTRITOS ADMINISTRATIVOS DEL AREA METROPOLITANA EN LOS AÑOS 1970-1980-1990-2000

| CANTON        | DISTRITO        | AREA<br>KMS | POBLACION<br>1963<br>HAB/KM | POBLACION<br>1970-1970<br>HAB/KM | % AUMENTO<br>DE POBLACION<br>1970-1970 | DENSIDAD<br>1970<br>HAB/KM | POBLACION<br>1970 | % AUMENTO<br>DE POBLACION<br>1970-1980 | DENSIDAD<br>1980<br>HAB/KM | POBLACION<br>1980 | % AUMENTO<br>DE POBLACION<br>1980-1990 | DENSIDAD<br>1990<br>HAB/KM | POBLACION<br>1990 | % AUMENTO<br>DE POBLACION<br>1990-2000 | DENSIDAD<br>2000<br>HAB/KM | POBLACION<br>2000 |
|---------------|-----------------|-------------|-----------------------------|----------------------------------|--|----------------------------|-------------------|--|----------------------------|-------------------|--|----------------------------|-------------------|--|----------------------------|-------------------|
| CENTRAL       | CARMEN          | 1.44        | 8.403                       | 8.844                            | 135                                    | 11.949                     | 13.803            | 143                                    | 8.687                      | 34.070            | 118                                    | 8.491                      | 28.133            |  |                            |                   |
|               | MERCEDES        | 2.12        | 10.408                      | 12.698                           | 132                                    | 30.265                     | 42.934            | 130                                    | 26.082                     | 55.294            | 96                                     | 21.500                     | 74.107            |  |                            |                   |
| CATEDRAL      | HOSPITAL        | 8.32        | 11.335                      | 14.790                           | 129                                    | 21.494                     | 71.501            | 120                                    | 25.745                     | 89.440            | 50                                     | 21.270                     | 13.720            |  |                            |                   |
|               | ZAPOTE          | 2.49        | 12.816                      | 15.887                           | 123                                    | 20.176                     | 48.228            | 134                                    | 27.056                     | 65.968            | 100                                    | 27.038                     | 25.968            |  |                            |                   |
| S. FLORENCIO  | ZAPOTE          | 2.82        | 6.328                       | 5.660                            | 125                                    | 11.320                     | 31.822            | 142                                    | 16.074                     | 45.329            | 120                                    | 19.789                     | 54.395            |  |                            |                   |
|               | LA FLORENCIA    | 2.54        | 2.388                       | 3.339                            | 140                                    | 6.370                      | 16.180            | 140                                    | 8.918                      | 22.652            | 125                                    | 11.141                     | 28.316            |  |                            |                   |
| URUCA         | URUCA           | 8.34        | 4.52                        | 6.78                             | 150                                    | 1.139                      | 9.666             | 165                                    | 19.72                      | 15.446            | 200                                    | 3.924                      | 31.822            |  |                            |                   |
|               | MATA REDONDA    | 3.76        | 887                         | 1.323                            | 175                                    | 2.668                      | 10.935            | 184                                    | 4.330                      | 16.356            | 190                                    | 2.293                      | 31.076            |  |                            |                   |
| PAVAS         | PAVAS           | 9.13        | 804                         | 921                              | 162                                    | 1.395                      | 12.398            | 184                                    | 2.824                      | 22.671            | 160                                    | 5.224                      | 34.200            |  |                            |                   |
|               | NATILLO         | 4.56        | 2.798                       | 3.985                            | 182                                    | 7.596                      | 34.620            | 182                                    | 12.376                     | 58.115            | 94                                     | 16.334                     | 83.612            |  |                            |                   |
| S. SEBASTIAN  | S. SEBASTIAN    | 3.94        | 5.850                       | 10.050                           | 183                                    | 14.005                     | 55.460            | 151                                    | 21.142                     | 52.795            | 121                                    | 26.072                     | 103.008           |  |                            |                   |
|               | ESCAZU          | 3.65        | 1.584                       | 3.360                            | 200                                    | 5.997                      | 21.299            | 150                                    | 5.098                      | 32.825            | 125                                    | 11.245                     | 41.044            |  |                            |                   |
| S. ANTONIO    | S. ANTONIO      | 16.80       | 2.78                        | 4.06                             | 146                                    | 9.32                       | 13.278            | 165                                    | 13.373                     | 21.046            | 132                                    | 2.409                      | 41.903            |  |                            |                   |
|               | SAN RAFAEL      | 12.88       | 2.83                        | 3.42                             | 130                                    | 4.83                       | 8.752             | 120                                    | 6.01                       | 10.312            | 142                                    | 1.328                      | 16.821            |  |                            |                   |
| DESAMPARADO   | DESAMPARADO     | 7.38        | 1.560                       | 2.277                            | 165                                    | 3.337                      | 27.727            | 123                                    | 6.850                      | 51.29             | 175                                    | 12.163                     | 29.763            |  |                            |                   |
|               | S. JUAN DE DIOS | 7.85        | 9.95                        | 1.493                            | 150                                    | 2.837                      | 3.093             | 164                                    | 4.531                      | 13.361            | 120                                    | 5.67                       | 41.008            |  |                            |                   |
| SAN RAFAEL    | SAN RAFAEL      | 4.55        | 1.004                       | 1.509                            | 180                                    | 2.837                      | 3.647             | 165                                    | 4.731                      | 8.228             | 118                                    | 4.630                      | 24.517            |  |                            |                   |
|               | SAN ANTONIO     | 1.90        | 1.439                       | 2.374                            | 165                                    | 3.788                      | 7.216             | 185                                    | 7.026                      | 13.349            | 12                                     | 12.063                     | 27.962            |  |                            |                   |
| MONTECAMA     | GUADALUPE       | 2.28        | 3.630                       | 11.536                           | 183                                    | 16.529                     | 37.677            | 118                                    | 19.100                     | 44.440            | 130                                    | 24.350                     | 37.798            |  |                            |                   |
|               | SAN FRANCISCO   | 0.93        | 2.258                       | 10.869                           | 135                                    | 14.403                     | 7.634             | 147                                    | 21.172                     | 11.221            | 120                                    | 25.506                     | 13.365            |  |                            |                   |
| MONTES DE OCA | CALLE BLANCA    | 4.38        | 4.533                       | 3.891                            | 200                                    | 11.282                     | 27.089            | 142                                    | 16.162                     | 33.456            | 120                                    | 9.94                       | 46.136            |  |                            |                   |
|               | MONTES DE OCA   | 9.13        | 1.25                        | 2.250                            | 140                                    | 3.50                       | 3.203             | 135                                    | 4.73                       | 4.328             | 115                                    | 5.44                       | 4.978             |  |                            |                   |
| S. LAJUELA    | IPIS            | 5.13        | 8.01                        | 1.121                            | 180                                    | 1.784                      | 10.957            | 230                                    | 4.128                      | 35.049            | 190                                    | 7.839                      | 48.035            |  |                            |                   |
|               | LAJUELA         | 1.23        | 3.490                       | 5.222                            | 150                                    | 6.756                      | 8.347             | 185                                    | 12.354                     | 15.441            | 153                                    | 19.208                     | 23.636            |  |                            |                   |
| TIBAS         | SAN FELIPE      | 5.63        | 2.228                       | 2.84                             | 111                                    | 5.09                       | 2.311             | 200                                    | 6.18                       | 4.827             | 130                                    | 9.82                       | 5.942             |  |                            |                   |
|               | (COMPLETO)      | 7.78        | 3.074                       | 4.457                            | 145                                    | 6.31                       | 47.916            | 145                                    | 8.812                      | 52.479            | 125                                    | 11.138                     | 86.851            |  |                            |                   |
| MORAVIA       | S. VICENTE      | 5.25        | 1.790                       | 3.325                            | 175                                    | 5.819                      | 50.550            | 160                                    | 9.310                      | 48.878            | 127                                    | 11.824                     | 62.076            |  |                            |                   |
|               | MONTES DE OCA   | 4.90        | 3.813                       | 5.492                            | 182                                    | 7.908                      | 37.913            | 157                                    | 12.416                     | 59.597            | 131                                    | 16.748                     | 19.580            |  |                            |                   |
| SABANILLA     | SABANILLA       | 1.87        | 1.909                       | 2.180                            | 163                                    | 3.713                      | 6.947             | 162                                    | 6.873                      | 12.853            | 176                                    | 12.096                     | 22.620            |  |                            |                   |
|               | MERCEDES        | 1.30        | 2.154                       | 3.274                            | 152                                    | 5.730                      | 7.419             | 200                                    | 11.460                     | 14.886            | 128                                    | 14.669                     | 19.076            |  |                            |                   |
| CURRUBAT      | S. RAFAEL       | 7.85        | 1.90                        | 2.66                             | 133                                    | 4.12                       | 3.132             | 205                                    | 2.45                       | 6.464             | 183                                    | 1.394                      | 10.684            |  |                            |                   |
|               | (COMPLETO)      | 15.73       | 6.03                        | 9.05                             | 150                                    | 1.946                      | 30.810            | 193                                    | 3.794                      | 59.771            | 185                                    | 7.021                      | 110.381           |  |                            |                   |
| TOTAL         |                 | 168.22      |                             |                                  |  |                            | 708.614           |  |                            | 1.082.938         |  |                            | 1.454.713         |  |                            |                   |

FUENTE: ESTIMACION DE LA POBLACION DE LOS DISTRITOS ADMINISTRATIVOS DEL AREA METROPOLITANA DE SAN JOSE. Ing. F. MARINCHICILLA (INEDITO)  
 CUADRO Nº F-1 y GRAFICO Nº F-3

imposible coordinar.

La urbanización y construcción de las últimas décadas se caracteriza por ser esencialmente de tipo especulativo y resuelta dentro de los límites de pequeñas parcelas, esto es, ninguna consideración hacia áreas libres o la estructuración de conjuntos espaciales atractivos. Así el resultado es una simple colección de edificios con diseño, alturas y retiros incongruentes, sin ninguna preocupación por salvar el espacio o las vistas, tan congestionado todo que cuesta terriblemente circular, a pie o en vehículo, y no hay espacio para detenerse a conversar, meditar o incluso para respirar con tranquilidad. Si estas tendencias continúan, San José se convertirá en una ciudad inhabitable y sin carácter.

Ahora bien, qué es carácter? Podríamos definirlo como la capacidad de generar vivencias inolvidables, esto es, lo que permanece y renace en el recuerdo, tanto de residentes como de visitantes.

El carácter de una ciudad o sitio puede darlo la historia o la arquitectura, como la Acrópolis de Atenas, los Foros y el Coliseo de Roma, el enclave colonial de Quito, etc. O bien, es el resultado de una composición espacial afortunada que utiliza plazas, parques, ejes visuales, etc., como San Marcos en Venecia, el paseo cívico del Monumento a Lincoln al Capitolio en Washington, el centro gubernamental de Brasilia. O bien calles o sitios donde se crean ambientes especiales de aventura, convivencia e intercambio de mercaderías y experiencias, como los cafés y venta de flores, pinturas o artesanías a lo largo de los campos Elíseos en París, el Greenwich Village de Nueva York, los parques de la playa Flamingo en Río de Janeiro, etc.

San José, salvo excepciones, no tiene áreas o edificios de interés histórico o arquitectónico. Si queremos darle "carácter" por lo tanto, tiene que ser a base de diseño urbano, para crear conjuntos espaciales atractivos, parques, plazas, ejes visuales,

COSTA RICA: AREA METROPOLITANA DE SAN JOSE; POBLACION  
ESTIMADA PARA LOS AÑOS 1970, 1980, 1990 y 2000

| AÑO  | POBLACION ESTIMADA <u>1/</u><br>DEL PAIS | % ESTIMADO DE POBLACION<br>A.M./TOTAL DEL PAIS | POBLACION ESTI-<br>MADA DEL AREA<br>METROPOLITANA |
|------|--|--|---|
| 1970 | 1.761.000                                | 24,665   | 434.351   |
| 1980 | 2.611.300                                | 25,468   | 665.046   |
| 1990 | 3.872.200                                | 26,068   | 1.009.405   |
| 2000 | 5.742.000                                | 26,462   | 1.519.448   |

1/ Población estimada mediante tasa de crecimiento.

sitios de convivencia, un "mobiliario urbano" llamativo que incluya bancas, gradas, postes, receptáculos de basura, fuentes, esculturas y otros detalles, colocados en los sitios que corresponda y diseñados con sensibilidad artística.

Un anillo de renovación urbana y centro cívico en San José no solo tiene que atender necesidades funcionales evidentes, como es la de dotar al Gobierno Central e Instituciones Autónomas de espacio adecuado para oficinas y estacionamiento de vehículos, o bien la de proveer facilidades comerciales, culturales y turísticas indispensables, sino que debe cambiar, gradual pero radicalmente, el carácter especulativo y congestionado que está asumiendo nuestra ciudad capital.

Es una oportunidad histórica que no debe perderse. Porque puede ser ahora o nunca.

CAPITULO II - RELACIONES CON EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO, LA REGIONALIZACION DEL PAIS, LA AGLOMERACION METROPOLITANA Y LA CIUDAD DE SAN JOSE.

El proyecto de Renovación Urbana de San José, incluyendo el Centro Cívico Nacional, no constituye un plan de desarrollo nacional o regional, ni siquiera un plan regulador del Area o Aglomeración Metropolitana de San José. Se trata, simplemente, de una propuesta para ordenar el crecimiento del área central de San José, a fin de controlar la excesiva densidad de construcción, la congestión del tránsito, la crítica falta de estacionamientos para vehículos, la insuficiencia de plazas y parques, la creciente contaminación ambiental y otros problemas conexos.

Por lo tanto, carecen de fundamento las críticas de que no se haya relacionado el proyecto con la planificación nacional, regional o metropolitana, ya que se trata de programas de diferente escala y propósito. Si se acepta el postulado básico de que San José es y continuará siendo la capital de la República, no puede estar en contra de ningún plan de desarrollo la

