

**ESTUDIO
DE IMPACTO AMBIENTAL**

**PROYECTO CORREDOR
SAN JOSE - SAN RAMÓN**

**TRAMO RADIAL SAN ANTONIO - RÍO SEGUNDO
EXPEDIENTE NO. 432-01**

GEOAMBIENTE S.A.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO CORREDOR SAN JOSE - SAN RAMÓN
TRAMO RADIAL SAN ANTONIO - RIO SEGUNDO.
EXPEDIENTE NO. 432 - 2001.**

CAPÍTULO:	PAG.
TOMO I.	
1. RESUMEN EJECUTIVO.	I-1
2. INTRODUCCIÓN:	
2.1. <u>Nombre del Proyecto.</u>	II-1
2.2. <u>Tipo de proyecto.</u>	II-1
2.3. <u>Antecedentes del proyecto.</u>	II-1
2.4. <u>Descripción General.</u>	II-1
2.5. <u>Naturaleza del proyecto.</u>	
2.6. <u>Objetivos del proyecto.</u>	II-2
2.7. <u>Justificación del proyecto.</u>	II-2
2.8. <u>Alcances del proyecto.</u>	II-2
2.9. <u>Metodología para la realización del estudio.</u>	II-4
2.10 <u>Glosario de términos.</u>	II-11
3. INFORMACIÓN GENERAL	
3.1. <u>Información sobre la persona física o jurídica que llevará a cabo el proyecto.</u>	III-1
3.2. <u>Información sobre el equipo Profesional que elaboró el EsIA.</u>	III-2
3.3. <u>Términos de referencia del EsIA realizado.</u>	III-4
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
4.1 <u>Ubicación geográfica.</u>	IV-2
4.2. <u>Ubicación político-administrativa.</u>	IV-2
4.3. <u>Resumen del proyecto.</u>	IV-2
4.4. <u>Legislación y normas técnicas y ambientales que regulan el proyecto o el espacio geográfico donde se desarrollará.</u>	IV-4
4.5. <u>Área estimada del proyecto y áreas de influencia.</u>	IV-6
4.6. <u>Fases de desarrollo.</u>	IV-7
4.7. <u>Equipo a utilizar.</u>	IV-9
4.8. <u>Necesidades de recursos durante la Operación.</u>	IV-10
4.9. <u>Disposición de desechos.</u>	IV-13
4.10. <u>Concordancia con el plan de uso de</u>	

GEOAMBIENTE S.A.

<u>la tierra.</u>	IV-16
4.11. <u>Monto global de la inversión.</u>	IV-16
5. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO	
5.1 <u>Formaciones geológicas.</u>	V-1
5.2 <u>Geomorfología.</u>	V.9
5.3. <u>Caracterización de suelos.</u>	V-13
5.4. <u>Clima.</u>	V-17
5.5. <u>Hidrología.</u>	V-20
5.6. <u>Calidad del aire.</u>	V-56
5.7. <u>Amenazas naturales. Susceptibilidad.</u>	V-59
6. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO	
6.1. <u>Flora.</u>	VI-2
6.2. <u>Fauna.</u>	VI-5
6.3. <u>Ecosistemas frágiles o zonas protegidas.</u>	VI-9
6.4. <u>Inventario Forestal.</u>	VI-10
7. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	
7.1. <u>Características de la población.</u>	VII-3
7.2. <u>Aspectos físicos del área.</u>	VII-5
7.3. <u>Capacidad de uso del suelo.</u>	VII-6
7.4. <u>Actividades económicas.</u>	VII-6
7.5. <u>Niveles de organización.</u>	VII-6
7.6. <u>Servicios básicos disponibles.</u>	VII-7
7.7. <u>Uso actual del suelo.</u>	VII-10
7.8. <u>Percepción local del proyecto.</u>	VII-11
7.9. <u>Sitios arqueológicos.</u>	
7.10. <u>Paisaje.</u>	
8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.	VIII-1
9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS	IX-1
10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.	X-1
11. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.	XI-1
12. COSTOS AMBIENTALES.	XII-1
13. DECLARACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.	XIII-1
Bibliografía.	
TOMO II:	
14. PLANES.	
Anexos.	

GEOAMBIENTE S.A.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO CORREDOR SAN JOSE - SAN RAMÓN
TRAMO RADIAL SAN ANTONIO - RIO SEGUNDO.
EXPEDIENTE NO. 432 - 2001.**

1. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto es para la construcción y operación de un tramo de carretera a construir entre San Antonio de Belén y Río Segundo, Alajuela.

El medio natural, si bien inserto en áreas fuertemente intervenidas, en área del proyecto mantiene algún viso de ambiente rural menos intervenido, siendo más abundante la flora (árboles frutales, arbustos ornamentales, y otros) en esa área y de mejor calidad el aire que en zonas aledañas al AII. La fauna es escasa y consiste en aquella típica de áreas semi - rurales a urbanas y que se ha acostumbrado a la presencia humana (roedores, aves, insectos).

En cuanto al medio humano, la densidad de ocupación es menor.

La empresa Concesionaria, **AUTOPISTAS DEL VALLE S.A.**, asume los compromisos ambientales que se indicarán a continuación (cuadros siguientes).

Algunas obligaciones son previas al inicio de las obras, y se refieren a la etapa de estudios y consecución de permisos.

• El Proyecto:

Se iniciará en la Intersección Panasonic, en San Antonio de Belén, y finaliza en la intersección Río Segundo, donde se conectará con la Autopista General Cañas. Contará con cuatro carriles (dos por sentido) de un ancho de 3.65 m. cada uno; se construirán además espaldones de 2.0 m de ancho en ambos extremos de la calzada, y una isla central de 1.80 m.

El trazado incluye el paso sobre el Río Segundo, para lo cual se construirá un puente de aproximadamente 35 metros de largo; también contará con dos pasos a nivel, uno al inicio del trazado y el otro al final de la radial.

GEOAMBIENTE S.A.

• El medio natural actual:

EL área en estudio se ubica en la región central de Costa Rica, al occidente de la ciudad de San José; Coordenadas 213.000 - 217.000 N y 522.000 - 517.000 E, Hoja Cartográfica 3345 - I Abra y Barva 3346 - II, 1: 50 000 IGN. Comprende tierras planas a onduladas, situadas entre los sitios conocidos como Panasonic, Ojo de Agua, Aeropuerto, Río Segundo, ubicándose el área de interés como la continuación de la actual radial San Antonio de Belén - Santa Ana, Ruta No 147.

La elevación del área de estudio, oscila entre los 850 a los 950 msnm; le confiere un clima (ST/T: sh/5 - 6), Subtropical, Tropical Subhúmedo, con cinco a seis meses secos, una precipitación media anual entre los 1517 - 2052 mm al año y una temperatura media superior a los 24 °C.

Geológicamente, el Valle Intermontano Central se considera, como una cuenca de depositación tipo "volcano - sedimentario". El área en estudio corresponde a un relleno de depósitos de origen Coluvio Aluvial recientes (Qal), depósitos de caída (Cenizas y Lahares - QVL), Depósitos de Avalancha Ardiente (QV3), y Coladas de Lavas Andesítico-Basálticas (Formación Bermúdez (QV1) y la Unidad de Lavas Intra cañón (QV4)), sobre un sustrato rocoso de carácter sedimentario de la Formación Pacacua (Tm-p), y lavas y flujos piroclásticos del Mioceno, asociados a la Formación Grifo Alto (TQ-ga).

El régimen hídrico del área: esta definido por la estacionalidad de las lluvias y la estructura y contornos del Valle Central. Esto da origen a una red hídrica Tipo rectangular con flujos de aguas profundos. Este desarrollo de la red de drenaje es consecuencia directa de la tectónica y de lo poco consolidados de los sedimentos volcánicos, que son fáciles de erosionar.

En términos generales los cauces principales son profundos, bien desarrollados, con buenos caudales de escorrentía de canal durante casi toda las épocas del año.

De acuerdo con las características morfométricas y geomorfológicas, las tierras en la región donde se ubica el proyecto, son plano - onduladas, con una pequeña gradiente al Suroeste - Oeste, lo que concentra la escorrentía en el cauce denominado el río Segundo y la quebrada Las Fuentes, afluente del Río Bermúdez, que es el colector principal al sur del proyecto. Algunas áreas de AII se localizan sobre los acuíferos Colima y Barva.

GEOAMBIENTE S.A.

El río Segundo es el drenaje natural al norte del proyecto a la altura de la localidad de Río Segundo. La cuenca tributaria es un área muy extendida, la cual se encuentra muy desarrollada, con un índice de cobertura alto, por lo que su índice de forma acusa la cualidad de transferir altos caudales.

Los altos valores de precipitación (146 a 184 mm/hora) en la región, nos indican que el río presenta valores extraordinarios de escorrentía superficial, que se concentran en un periodo de tiempo corto, debido a que unifican aguas de arrollada que se desarrollan sobre los terrenos cercanos al cauce.

La morfometría de la cuenca acusa evidencias de transporte de un flujo relativamente alto de agua, durante la existencia de lluvias importantes. Esto genera efectos importantes de erosión en el cauce, principalmente en las laderas desnudas mas escarpadas y en donde los taludes son más altos, no así en las tierras aledañas al proyecto donde la topografía es relativamente plana, por lo que la erosión es laminar y menos concentrada.

La quebrada Las Fuentes, se ubica más o menos al centro del área del proyecto. Es el drenaje natural de las fuentes de Ojo de Agua. La cuenca tributaria es un área poco extensa, la cual se encuentra muy poco desarrollada, con un bajo índice de cobertura, por lo que su índice de forma, acusa la cualidad de transferir un bajo caudal.

No obstante por la longitud de cauce, lo amplio de la cuenca tributaria esta capta un buen volumen de aguas pluviales.

Los altos valores de precipitación (146 a 184 mm/hora) en la región, nos indican que la quebrada presenta valores extraordinarios de escorrentía superficial, que se concentran en un periodo de tiempo muy corto, debido a que unifican aguas de arrollada que se desarrollan sobre los terrenos cercanos al cauce.

La morfometría de la cuenca, acusa evidencias de transporte de un flujo relativamente alto de agua, durante la existencia de lluvias importantes. Esto genera efectos importantes de erosión en el cauce, principalmente en las laderas desnudas en la confluencia con el río Bermúdez, donde los taludes son más altos, no así en las tierras aledañas al proyecto donde la topografía es relativamente

GEOAMBIENTE S.A.

plana, por lo que la erosión, es laminar y menos concentrada.

Suelos: Por lo general los suelos se caracterizan dependiendo de la zona y la unidad litológica que conforma su entorno. En el área de estudio han evolucionado a partir de diferentes componentes litológicos presentes en el sitio, evolucionando a partir de antiguos depósitos volcánicos, (cenizas, ignimbritas y tobas de la Formación Tiribí) y depósitos coluvio aluviales del Pleistoceno).

Son suelos juveniles que no han tenido suficiente tiempo para desarrollarse. Aunque las condiciones climáticas, la topografía del área a jugado un papel muy importante en la evolución del régimen pedogenético y en la evolución edafológica.

De acuerdo con el grado de evolución nos permite la identificación de dos ordenes de suelo en el área: Inceptisoles y Vertisoles.

En termino generales el suelo más extendido, corresponde con un suelo limo - arcilloso arcillo - arenoso de color café marrón, oscuro, tipo Ustic Humitropept con alto contenido orgánico, plásticos, con una permeabilidad y porosidad moderada a alta, con tiempos de infiltración relativamente bajo.

Clima: El área, por su ubicación en el Valle Intermontano Central, tiene una influencia del Pacífico Central, presenta un clima con dos estaciones marcadas. Las lluviosas de mayo a octubre y la seca de diciembre a mediados de mayo, siendo los meses de abril y noviembre los meses de transición.

El clima en general se clasifica como Subtropical, Tropical Subhúmedo, con cinco a seis meses secos (ST/T: sh/5-6), con una precipitación media anual elevada y una Temperatura media superior a los 24 °C. Los parámetros climáticos del área de estudio son, una evapotranspiración potencial en el orden de los 1710 mm al año, un índice de humedad del 60 - 85 %, y un índice hídrico de 0.83 - 0.50, lo que caracteriza a la región, como tropical Subhúmedo.

De acuerdo con los datos registrados en las estaciones meteorológicas de la zona, el comportamiento de las variables es bastante homogéneo en cuanto a la temperatura, presión atmosférica brillo solar y viento. Esta región presenta menos días promedio de lluvia, mayor numero de

GEOAMBIENTE S.A.

horas de sol y una menor húmeda relativa, en un marco de temperaturas superiores a los 24 °C, con máximos de 32 °C y mínimas ligeramente superiores a los 20 °C. Siendo el mes más cálido Abril, mientras los meses menos calurosos son Septiembre y Octubre, según los datos de Instituto Meteorológico Nacional (IMN-2003).

Es evidente que la región presenta buenas condiciones climáticas, ya que las pocas variables presentadas a lo largo de los períodos, demuestran que durante la época seca, como la lluviosa, existen estabilidad y homogeneidad, con diferencias asociadas a la presencia de lluvias o no.

Los datos climáticos muestran un comportamiento bimodal de la precipitación, con una época seca de noviembre a abril donde los promedios mensuales son cercanos o inferiores a 100 mm de lluvia, mientras que de mayo a octubre la lluvia excede los 150 mm considerándose como época lluviosa. Una canícula ocurre en julio, denominada veranillo de San Juan con días de poca lluvia.

La temperatura media promedia, así como la máxima y mínima, no presentan variaciones estacionales, manteniéndose estable a través del año. Las diferencias en cuanto a percepción de ambiente caluroso, coincide con la época seca, donde la nubosidad es nula. La diferencia entre las máximas y mínimas es poca, por lo que las variaciones diurnas - nocturnas no implican una planificación estructural considerable.

Los valores de humedad relativa oscilan entre los 69% y 82% con pocas variaciones, pero a pesar de ser altos, la ubicación del proyecto en una zona abierta y expuesta a las brisas permiten esperar que aunado al diseño del proyecto, la humedad no sea un factor agobiante que disminuya los niveles de confort y la calidad del microambiente.

Las horas de brillo solar, entre 4 y 8 horas diarias de promedio, indican un elevado nivel de insolación en época seca, y moderado en la estación lluviosa.

Los valores de velocidad del viento son bimodales, con una época donde la brisa es moderada con valores inferiores a 40 km/hora definida entre abril y noviembre, principalmente por la influencia de los alisios. A partir de diciembre los vientos del norte aumentan los valores de la velocidad del viento llegando a variar entre los 40 y los 60 km/hora, prolongándose hasta el mes de marzo. Sin embargo, en el

GEOAMBIENTE S.A.

ámbito general los vientos son moderados y con una dirección predominante del este.

El medio humano actual:

El área de proyecto y de influencia directa están consolidadas como zonas semiurbanas a urbanas inmersas en zonas de desarrollo que han sido intervenidas por las distintas actividades humanas, y no cuentan con características que requieran de protección de elementos singulares, salvo el elemento agua, para el cual se tomarán específicas medidas de protección.

Los impactos evaluados, entre otros, para el estudio:

Fuente	Efecto evaluado.
Vehículos, maquinaria.	Ruidos, humos, gases, olores, vibraciones, riesgos.
Obras, equipo.	Riesgo, molestias por demoras asociadas a los trabajos en la vía, desvíos, polvo. Desechos.
Construcción.	Desmejora del paisaje, modificación de drenajes naturales y procesos de recarga, efectos sobre la flora y la fauna, pérdida de tierra por expropiaciones, cambios en el empleo y ocupaciones, nuevos accesos, contaminación de suelos, aguas, aire. Residuos.

Los posibles impactos detectados sin medidas de mitigación:
 CUADRO DE EFECTOS POSIBLES, NEGATIVOS.

Elemento afectado	Efecto posible, sin medidas de mitigación.
Suelo	Pérdida para otros usos, compactación, erosión, contaminación.
Aire	Ruidos, humos, polvo, trepidaciones.
Agua	Mayor demanda, contaminación, modificación del patrón de drenajes y los procesos de recarga.
Flora	Eliminación
Fauna silvestre	Traslado, atropellamiento.
Ambiente humano	Reubicaciones, riesgo de accidentes, molestias, desmejora paisajística. Posible desarrollo futuro sin planificación.

GEOAMBIENTE S.A.

CUADRO DE EFECTOS POSIBLES, POSITIVOS.

Elemento afectado	Efecto posible
Suelo	Protección de suelos, mediante obras.
Flora y fauna	Mejora de áreas de protección en cauces.
Infraestructura vial	Mejora considerable
Paisajismo	Mejora
Accidentes de tránsito	Mejor visibilidad, señalización, diseño vial, iluminación.
Empleo	Oferta de empleo
Economía local y nacional	Adquisición de materiales, pago de tasas e impuestos, seguros, contratación de servicios. Accesos nuevos a áreas de producción.

- Amenazas naturales potenciales que puedan afectar el proyecto:

Conforme lo determinó el análisis de amenazas, la amenaza potencial factible es la sísmica, presente en todo el país y la región centroamericana.

- Susceptibilidad de áreas:

Se realizó un análisis de áreas Críticas, que resultan ser de mayor susceptibilidad, y aquellas intermedias (mediana susceptibilidad) y no críticas, donde la susceptibilidad es baja a nula. El Mapa de susceptibilidad refleja dicho análisis.

- Conclusión del equipo Profesional de la Consultora:

El tramo discurre por áreas no utilizadas actualmente para la circulación de tránsito automotor, intervenidas por la actividad humana agrícola y habitacional, donde los efectos del proyecto para la apertura de la calzada así como construcción de puentes, drenajes, puentes peatonales y bahías para autobuses, iluminación, señalización, Centro de Control, y otras obras especificadas, se pueden considerar moderados a severos por las características del medio y la afectación de suelos, aguas, vegetación y ambiente humano, siendo que este último se verá favorecido por el proyecto, toda vez que contará la comunidad costarricense con una carretera nueva, mejorada en todos los aspectos dichos

GEOAMBIENTE S.A.

(drenajes, visibilidad, señalización y otros). Las medidas mitigadoras o preventivas procurarán evitar los efectos negativos previstos sobre el medio natural y el ambiente humano, por lo que, con la implementación de esas medidas y los controles adecuados, el equipo de la Consultora Ambiental concluye que el proyecto es ambientalmente factible.

GEOAMBIENTE S.A.

Las medidas correctoras:

Cuadro Resumen de Compromisos ambientales.

Acción que genera impactos	Elemento afectado	Impacto probable	Medidas de mitigación	Momento de aplicación.
Eliminación de vegetación en AP y sitios de obras temporales.	Flora	Remoción de cobertura vegetal.	Remover solamente la vegetación necesaria; solicitar permisos de corta de árboles. Disposición de desechos. Revegetación de áreas verdes. Mantenimiento.	Al iniciar las labores de etapa de construcción.
Movimiento de tierras.	Suelo	Modificación de horizontes; desestabilización de taludes. Contaminación.	Cortes y rellenos adecuados; conformar taludes. Disposición de sobrantes de tierras. Disposición de desechos (Plan de manejo de desechos sólidos y líquidos).	Durante los movimientos de tierras.
Movimiento de tierras.	Patrimonio Cultural. Aire.	Alteración, destrucción. Polvo	Ejecución del Plan de protección de patrimonio cultural. Cubrir o humedecer suelos denudados.	Durante movimientos de tierras.

GEOAMBIENTE S.A.

Acción que genera impactos	Elemento afectado	Impacto probable	Medidas de mitigación	Momento de aplicación.
Instalación de estructuras temporales. Demolición y/o traslado de estructuras o instalaciones.	Suelo, agua, aire Fauna Personas	Contaminación por desechos. Ruidos. Polvo Riesgo accidentes.	Identificar estructuras ajenas que deban ser trasladadas o demolidas y coordinar con entidades involucradas (ICE, MOPT, A&A, etc.) Adecuado manejo de desechos. Vallas sonoras opacas frente a centros educativos.	Durante los movimientos de tierra.
Movimientos de tierra, cortes.	Propiedades privadas.	Reubicación de familias, expropiación de terrenos.	Pago oportuno, ayuda para la reubicación (transporte, sitios adecuados)	Antes de iniciar las obras.
Trabajos en el área.	Paisaje	Desmejora	Áreas verdes, ornato Mantenimiento.	Al finalizar obras. Etapa operativa.
Obras (carretera, y conexas) en AP y AID. Mantenimiento.	Suelos Agua Aire	Compactación, contaminación, Pérdida para otros usos.	Manejo de desechos Protección suelos Protección aguas.	Etapa de construcción. Operación.
Sigue....				

GEOAMBIENTE S.A.

Acción que genera impactos	Elemento afectado	Impacto probable	Medidas de mitigación	Momento de aplicación.
Campamento, presencia humana. Instalaciones especiales: taller, planta asfáltica.	Suelo, agua, aire, paisaje.	Compactación, contaminación, desmejora. Riesgo de accidente. Olores, ruidos.	Manejo de Desechos, vallas perimetrales, capacitación o instrucción a operarios, señalización accesos, Plan de seguridad.	Etapa constructiva; en lo conducente, etapa operativa.
Obras de drenaje. Limpieza de cunetas y alcantarillas, etc.	Agua. Áreas contiguas.	Destrucción de vegetación. Contaminación. Modificación de drenajes naturales.	Manejo de desechos. Seguridad.	Etapas constructiva y operativa.
Mantenimiento	Riesgo salud humana.	Riesgo de accidentes. Durabilidad de las obras. Paisajismo.	Ejecución Plan de Seguridad. Ornato, resiembras.	Etapa operativa.
Regulación de tránsito.	Personas.	Riesgo de accidentes..	Regulación de tránsito, rutas alternas, señalización.	Etapas constructiva y de operación.
Demanda de servicios.	Agua. Servicios.	Aumento demanda.	Control, protección de aguas superficiales, pago por servicios.	Ambas etapas.
Almacenamiento temporal de sustancias, materiales. Desechos.	Agua, suelo, salud humana.	Riesgos salud humana. Contaminación elementos naturales.	Instalaciones adecuadas (Taller, bodega, áreas de apilamiento, parqueos, etc.) Control	Etapa Construcción, instalaciones en etapa operativa.

GEOAMBIENTE S.A.

Acción que genera impactos	Elemento afectado	Impacto probable	Medidas de mitigación	Momento de aplicación.
Disposición en botaderos de tierras y desechos vegetales.	Agua Suelo	Contaminación Ornato Riesgos accidentes	Escogencia adecuada de sitios, control, seguridad. Rutas para transporte.	Etapa construcción.
Tránsito equipo y maquinaria.	Seguridad. Aire	Riesgos por accidente de tránsito. Contaminación	Señalización de accesos, cumplimiento de regulaciones de tránsito, control de emisiones. Rutas.	Ambas etapas.
Mantenimiento de equipo y maquinaria.	Aire Suelo	Contaminación	Contar con sitios previamente adecuados para los trabajos.	Ambas etapas.
Almacenamiento, uso y disposición de materiales peligrosos.	Trabajadores	Riesgo para la salud.	Instrucción a operarios y capataces. Uso equipo protector. Adecuación de sitios. Atención médica. Aplicación del plan de contingencias y seguridad. Control, monitoreo.	Etapa constructiva y en lo conducente, etapa operativa.

Sigue....

GEOAMBIENTE S.A.

Acción que genera impactos	Elemento afectado	Impacto probable	Medidas de mitigación	Momento de aplicación.
Servicios complementarios.	Usuarios, aire, agua, suelo, flora y fauna, trabajadores.	Asociados a la operación de la carretera.	Ejecutar el Plan de Gestión Ambiental, Plan de Trabajo, compromisos ambientales.	Etapa operativa.
Presencia humana.	Seguridad. Suelos y aguas. Aire.	Riesgo incendio. Contaminación.	Previsión; equipo. Instalaciones seguras. Manejo desechos sólidos y líquidos.	Ambas etapas.

POR GEOAMBIENTE S.A.
RODOLFO HERNANDEZ RAMIREZ.

GEOAMBIENTE S.A.

2. INTRODUCCIÓN:

- 2.1. Nombre del Proyecto.
- 2.2. Tipo de proyecto.
- 2.3. Antecedentes del proyecto
- 2.4. Descripción General.
- 2.5. Naturaleza del proyecto.
- 2.6. Objetivos del proyecto.
- 2.7. Justificación del proyecto.
- 2.8. Alcances del proyecto.
- 2.9. Metodología para la realización del estudio.
- 2.10. Glosario de términos.

2.1. Nombre del Proyecto.

El proyecto recibe el nombre de "Radial San Antonio - Río Segundo".

2.2. Tipo de proyecto.

Es un proyecto para la construcción de un tramo de carretera entre San Antonio, Belén, Provincia de Heredia, y Río Segundo de Alajuela.

2.3. Antecedentes del proyecto.

Ante la necesidad de contar con este tramo inexistente de carretera entre las localidades de San Antonio (Heredia) y Río Segundo (Alajuela) se realizó un proceso licitatorio de obra pública "Licitación Pública Internacional No. 03-2002 Concesión de Obra Pública con Servicio Público Corredor San José - San Ramón", que fue adjudicado a la Concesionaria en el año 2004. El Contrato entre la concesionaria y el Estado fue refrendado por la Contraloría General de la República en abril del presente año. El proyecto deberá iniciarse a más tardar 3 años calendario después de emitida la orden de inicio por parte de la Administración en una etapa tercera del proyecto macro Corredor San José - San Ramón, conjuntamente con el tramo a ampliar de la Radial Santa Ana - San Antonio, y finalizar en el plazo máximo de dos años.

2.4. Descripción General.

Se iniciará en la Intersección Panasonic, en San Antonio de Belén, y finaliza en la intersección Río Segundo, donde se conectará con la Autopista General Cañas. Contará con cuatro carriles (dos por sentido) de un ancho de 3.65 m. cada uno; se construirán además espaldones de 2.0 m de

GEOAMBIENTE S.A.

ancho en ambos extremos de la calzada, y una isla central de 1.80 m.

El trazado incluye el paso sobre el Río Segundo, para lo cual se construirá un puente de aproximadamente 35 metros de largo; también contará con dos pasos a nivel, uno al inicio del trazado y el otro al final de la radial.

En la intersección con la ruta 122 se construirá un intercambio tipo diamante. Se construirá un peaje, y un paso a desnivel con la Calle Canadá y otro con la calle la Candela (ruta 111); un puente sobre el Río Segundo, cuya longitud se estima de 35.0 metros, una estructura con vigas apoyadas en concreto preesforzado apoyadas sobre bastiones abiertos extremos continuamente apoyados. En cuanto al entronque de esta radial con la autopista General Cañas, se indicará en el estudio correspondiente a este tramo del Corredor.

La carretera contará con las obras de señalización tanto vertical como horizontal, drenajes, iluminación y áreas de servicio.

2.5. Naturaleza del proyecto.

El proyecto se clasifica como obra de interés público, bajo la modalidad de concesión de obra pública para la construcción de un tramo de carretera.

2.6. Objetivos del proyecto.

Mejorar la red vial del país, en el Valle Central donde se concentra el mayor número de vehículos automotores del parque nacional y ofrecer una nueva ruta mediante una vía segura y bien diseñada.

2.7. Justificación del proyecto. Alternativa.

El proyecto obtiene su justificación plena en las necesidades de desarrollo de un área densamente transitada en la meseta central de nuestro país, y la importancia de las comunicaciones terrestres para la movilización de personas y mercancías.

"No hay alternativa a las calles que cumplan con las funciones de brindar transporte terrestre relativamente rápido y barato", como mencionado en la CAP del proyecto. "El transporte por aire, ferrocarril y agua usualmente complementa el transporte terrestre en lugar de sustituirlo".¹

En cuanto al trazado del tramo en cuestión, éste fue analizado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes

¹ CAP Exp. 432-2001. Geoastec S. A. Pag. 12

GEOAMBIENTE S.A.

como el más adecuado por la topografía del área y otras consideraciones de alineación, obras conexas, accesos y diseño.

2.8. Alcances del proyecto.

Los alcances económicos: Los estudios realizados tanto por el MOPT, el CONAVI y la empresa concesionaria, demuestran la viabilidad financiera y económica del proyecto.

Alcances técnicos: La empresa concesionaria cuenta con amplios conocimientos en materia de construcción y administración de carreteras, tanto a nivel nacional como internacional, y cuentan con personal calificado para el diseño, la ingeniería y construcción de obras, la operación adecuada y segura de equipo y maquinaria, uso de materiales y mantenimiento y atención a los aspectos de seguridad y ambientales.

Alcances sociales: La variable social para la justificación del proyecto deviene de la necesidad del país de contar con una mejor y más amplia red vial. Por otra parte, el proyecto brindará fuentes directas e indirectas de empleo, y ofrecerá una vía más segura para el tránsito vehicular.

Alcances ambientales: En relación a la variable ambiental, podemos decir que para el proyecto influyó el resultado de los estudios previos como el presente, que demuestran que el área de proyecto y de influencia directa están consolidadas como zonas semiurbanas a urbanas inmersas en zonas de desarrollo que han sido intervenidas por las distintas actividades humanas, y no cuentan con características que requieran de protección de elementos singulares, salvo el elemento agua, para el cual se tomarán específicas medidas de protección.

Tanto el cartel como el contrato del Estado con la Concesionaria indican una serie de obligaciones ambientales en ambas etapas del proyecto. Las actividades que deberán analizarse para efectos de medidas mitigadoras, en etapa de construcción, son las siguientes:

- ✚ Despeje del derecho de vía.
- ✚ Tronaduras y voladuras.
- ✚ Movimientos de tierra (desmontes, excavaciones, cortes).
- ✚ Transporte de material de construcción y movimiento de maquinaria.

GEOAMBIENTE S.A.

- ✚ Instalación de obras provisionales (bodegas, plantas de asfalto, y otros).
- ✚ Sitios de depósitos de materiales, botaderos.
- ✚ Desvíos de tránsito.
- ✚ Cortes temporales de servicios básicos.
- ✚ Construcción de estructuras mayores.
- ✚ Pavimentación.
- ✚ Construcción de obras complementarias (drenajes, saneamiento).

2.9. Metodología para la realización del estudio.

Se establecen varias etapas y tareas a cumplir para la realización del estudio dentro de un cronograma de trabajo, que básicamente son las siguientes:

- * Estudio de la actividad a realizar, concretada en el proyecto propuesto. Incluye el análisis y la descripción del proyecto.
- * Desglose del proyecto global en acciones elementales, en cuanto a su capacidad para generar impactos. Estudio de las fases relativas a construcción y puesta en marcha, operación. Se analizaron los diversos documentos generados para la licitación y oferta, tales como el CAP correspondiente y normativa del Banco Interamericano de Desarrollo.
- * Definición de la situación actual. Estudio del medio, descripción del medio físico, biótico y humano.
- * Correlación entre las condiciones medio - ambientales y el tipo de proyecto, e identificación preliminar de las áreas de influencia.
- * Estudio de la normativa costarricense aplicable a la actividad.
- * Estudio de los criterios más convenientes para establecer el significado que para su protección o conservación, tienen los elementos del medio inventariados (Esquemas metodológicos a usar). Valoración integrada.
- * Determinación del ámbito geográfico del estudio, áreas de influencia.
- * Determinación de impactos. Magnitud de los impactos identificados.
- * Predicción de Impactos. Estimación de su relevancia o magnitud, mediante el uso de matrices y criterio de expertos.
- * Medidas correctoras o preventivas posibles y adecuadas.
- * Planes diversos a realizar.
- * Confección de documento.

GEOAMBIENTE S.A.

Esquemas metodológicos para la identificación o predicción de impactos y su nivel de significancia o intensidad:

Lista de Chequeo Simple.

Consiste en una lista de características ambientales del sitio y áreas de influencia, opuesta a la presencia de un posible impacto. Su ventaja es la simplicidad de la presentación del esquema, de fácil visualización y comprensión para personas que no cuentan con mayores conocimientos técnicos, lo cual facilita su utilización por parte de funcionarios empresariales no expertos. Esto resulta de relevancia para la Implementación del Plan de seguimiento y control.

Juicio Experto.

Se utiliza la reunión y discusión entre expertos en diversas disciplinas relacionadas con el proyecto, con el objeto de atender los diferentes ángulos o puntos de vista sobre determinado efecto o posible efecto y las causas, así como para la identificación de acciones y métodos para su corrección o prevención. Todo se realiza conjuntamente con las empresas constructora y adjudicataria. La ventaja indudable de este esquema metodológico es el enriquecimiento de criterios con el aporte de los expertos.

Medición directa.

Estudia y ubica en el campo las condiciones existentes del ambiente antes del proyecto, y las relaciona a los posibles cambios que ocurrirán. Su ventaja estriba en la utilización de parámetros de calidad, sin embargo, la ausencia de éstos dificulta la estimación final, por lo que es recomendable su uso conjuntamente con los otros esquemas metodológicos descritos.

Otros esquemas:

Se utilizaron además las matrices de importancia de impactos y si bien se consideraron otros esquemas metodológicos, fueron desechados por la ausencia de elementos ambientales frágiles o a proteger en el área, y la escala del proyecto, así como la existencia de normativa y control eficiente por parte de la Administración sobre este tipo de actividad la cual prevé de manera efectiva los efectos negativos sobre los recursos naturales y la protección de personas ante una actividad que presenta riesgos.

GEOAMBIENTE S.A.

En cuanto a la Metodología para la realización del estudio del medio socioeconómico, percepción del proyecto y efectos esperados por las personas de comunidades en áreas de influencia:

Por las características de la zona y áreas de influencia en la cual se construirá el proyecto, la característica especial del uso del suelo con una alta población trabajadora que no vive en el sitio, resulta sumamente complejo en tiempo y espacio estructurar y realizar una encuesta con una muestra representativa de los sectores geográficos, estratos sociales, organizaciones sociales, trabajadores públicos y privados, barrios residenciales y sectores productivos y de servicios que involucre y permita una cuantificación de su percepción sobre el proyecto. Por este motivo, ante las limitaciones señaladas, para desarrollar el punto relativo a la percepción local sobre el proyecto, se aplicó el método científico etnográfico, mediante el cual se estableció de forma cualitativa, la valoración que la población integrante hace respecto al proyecto en estudio. Esto se realizó a través de una entrevista, técnica, totalmente válida de este método, que esencialmente involucró a informantes claves de la localidad (líderes de grupos comunales de áreas dentro y fuera del AII, pero cercanas, comerciantes, empleados técnicos y administrativos de las Municipalidades. De igual forma se aplicó para la recolección de los datos, la técnica de la observación, la cual es parte también del método mencionado.

Metodología

Para llevar a cabo la investigación, en especial para establecer la percepción de la población local sobre el proyecto en estudio, se aplicó el método científico etnográfico, mediante el cual se estableció, de forma cualitativa, la valoración que la población integrante de la muestra hace respecto al proyecto en estudio y sus potenciales repercusiones. Esto se realizó a través de entrevistas, técnica de este método, que esencialmente involucra a informantes claves de la localidad (los líderes de los grupos comunales, comerciantes, empleados técnicos y administrativos de la municipalidad y habitantes de algunas localidades cercanas al proyecto). De igual forma, se aplicó para la recolección de los datos la técnica de la observación, la cual es parte también de este método, así como la revisión bibliográfica y el uso de información presente en Internet.

GEOAMBIENTE S.A.

Las entrevistas se hicieron de forma abierta (ver anexo 1), con el fin de establecer los aspectos fundamentales en los cuales la colectividad de los entrevistados coincidían o se contradecían tanto en cuanto a los potenciales perjuicios del proyecto sobre la comunidad, como en cuanto a los beneficios que podrían derivarse de este. En esencia se procuró establecer aspectos como: el conocimiento de los entrevistados sobre el proyecto y su origen, su relación con el proyecto, conocimiento de la incidencia del proyecto en el ámbito administrativo y social, el vínculo del entrevistado con el proyecto, su opinión sobre beneficios y perjuicios derivados de la construcción y operación del proyecto, su conocimiento de los principales problemas de la localidad, y las expectativas sobre el proyecto.

Posteriormente a este proceso objetivo de investigación, se procedió a la realización de un análisis interpretativo de los criterios expresados, procediendo a la triangulación (control cruzado entre diferentes fuentes de datos: personas, instrumentos, documentos, observación o la combinación de todos ellos), cotejando la información suministrada y verificando sobre el terreno y con otras entrevistas los aspectos señalados como críticos. La triangulación juega un papel determinante en el análisis de los datos obtenidos, y es una de las técnicas de análisis de datos más características de la metodología cualitativa.

Cabe agregar que por las características de la población cercana a la zona en la cual se construirá el proyecto, caracterizada por bajos niveles de información, se concluyó que resulta sumamente complejo en tiempo y espacio así como innecesario metodológicamente, estructurar y realizar encuestas cuantitativas, con muestras representativas de los sectores geográficos, estratos sociales, organizaciones sociales, trabajadores públicos y privados, barrios, residenciales y sectores productivos y de servicios, por cuanto difícilmente permiten una cuantificación de su percepción sobre el proyecto, en el caso de que se quisiera llevar a cabo una metodología cuantitativa.

GEOAMBIENTE S.A.

Guías1

Guía de observación para la visita a la comunidad o comunidades afectadas.

1. Ubicación exacta de la región en estudio.
2. Ubicación exacta del proyecto.
3. Delimitación de las zonas de impacto correspondientes.
4. Determinación de las propiedades en conflicto.
5. Verificación de afectación actual o potencial de las zonas críticas.
6. Observación comparativa de condiciones de infraestructura vial.
7. Observación cualitativa de condiciones de vivienda, medio ambiente, infraestructura de servicios públicos (escuelas y colegios, hospitales y clínicas, y otros).

Guía de entrevista para los dirigentes de las Asociaciones de Desarrollo y otras organizaciones.

1. ¿Conoce sobre los planes de desarrollo del proyecto?
2. ¿Ha participado en el diseño y discusión de estos planes?
3. ¿Afecta este proyecto de alguna manera a la población local? Describalo.
4. ¿Cómo ve la asociación los procesos de expropiación?
5. ¿Qué aspectos considera usted que deben acompañar a este proyecto en el campo social?
6. ¿Está interesada la asociación en participar en algún proceso de gestión comunitaria en relación con el proyecto?

Guía de entrevista para la /s municipalidad /es involucrada /s.

1. ¿Ha participado la municipalidad en el diseño y discusión de los planes del proyecto?.
2. ¿Afecta este proyecto de alguna manera las normas, políticas, planes y proyectos de la Municipalidad? Describalo.
3. ¿Afecta esta ampliación de alguna manera a la población de las comunidades locales? Describalo.
4. ¿Cómo ve la municipalidad los procesos de seguidos para el desarrollo del proyecto?
5. ¿Qué considera la municipalidad que debe acompañar a este proyecto en el campo social?
6. ¿Está interesada la municipalidad en facilitar la gestión comunitaria en torno al proyecto?

GEOAMBIENTE S.A.

Guía de entrevista para las empresas (preferiblemente afectadas) de cada localidad.

1. ¿Conoce sobre los planes de desarrollo del proyecto?
2. ¿Ha participado en el diseño y discusión de este proyecto?
3. ¿Afecta este proyecto de alguna manera a su empresa o a sus trabajadores? Describalo.
4. ¿Cómo ve su empresa los procesos administrativos seguidos para desarrollar el proyecto?
5. ¿Qué aspectos considera usted que deben acompañar a este proyecto en el campo social?
6. ¿Cuál es la importancia de este proyecto para su empresa?
7. ¿Le parece a su empresa necesaria alguna reforma del proyecto?

Guía de entrevista para los vecinos (preferiblemente afectados) de cada localidad.

1. ¿Le afecta a su familia o a otras familias el proyecto en estudio? Describa.
2. ¿Considera usted que el proyecto ayudará a resolver algún problema social?
3. ¿Cuál es el principal problema social de su comunidad?
4. ¿Se ha dado alguna participación previa de los patrocinadores del proyecto en la gestión de su comunidad?
5. ¿Conocía usted o su familia de este proyecto?
6. ¿Le parece a su necesaria alguna reforma de los planes del proyecto?
7. ¿Cuál es la importancia personal de este proyecto para usted y su familia?
8. ¿Qué considera que debe formar parte de un plan de gestión de la comunidad respecto a este proyecto?
9. ¿Cuántas y cuales organizaciones existen en su comunidad?
10. ¿Es la desocupación un problema grave en la comunidad?
11. ¿Son la delincuencia, la prostitución y las drogas problemas serios en esta comunidad? Describalos.
12. ¿Conoce usted sobre la migración de extranjeros a esta localidad?

GEOAMBIENTE S.A.

Guía para la recopilación de información bibliográfica, de Internet e institucional:

Características de población local:

Número de habitantes

Población ocupada

Desempleo

Migración y emigración

Distribución de la población

Analfabetismo

Delincuencia, prostitución, drogas

Organizaciones locales

Servicios básicos

Disponibilidad de servicios de Salud

Servicios de Transporte

Servicios de Educación

Servicio Telefónico

Servicio de acueducto

Servicio de Electricidad

Recolección y Disposición de desechos

Infraestructura básica

Existencia y estado de puentes

Estado de Carreteras

Estado de Acueductos

Estado de Alcantarillados

Señalización

En cuanto a la documentación analizada para determinar el ámbito del estudio, se tuvo presente: Los estudios previos realizados por la Concesionaria, la Caracterización Ambiental Preliminar del Proyecto, diseños de la obra, proyecto de trazado, así como la información del trabajo de campo.

GEOAMBIENTE S.A.

2.10. Glosario de Términos:

AP: Área de Proyecto.
AID: Área de influencia directa.
AII: Área de influencia indirecta.
BID: Banco Interamericano de Desarrollo.
CNC: Consejo Nacional de Concesiones.
CONAVI: Consejo Nacional de Vialidad.
dB: Decibelios, unidad de medida sonora.
DE: Decreto Ejecutivo.
EPA: Agencia de protección ambiental, de Estados Unidos,
por sus siglas en idioma inglés.
IGN: Instituto Geográfico Nacional.
INS: Instituto Nacional de Seguros.
MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía.
MS: Ministerio de Salud.
MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
OCE: Organizador conceptual de estudios ambientales.
PGA: Plan de Gestión Ambiental.
SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación.

POR GEOAMBIENTE S.A. _____.

GEOAMBIENTE S.A.

3. INFORMACIÓN GENERAL.

3.1 Información sobre la persona física o jurídica que llevará a cabo el proyecto.

3.2. Consultora que realiza el estudio.

3.3. Términos de referencia.

3.1. Información sobre la persona física o jurídica que llevará a cabo el proyecto.

3.1.1 Concesionaria.

Nombre. La empresa concesionaria es **AUTOPISTAS DEL VALLE SOCIEDAD ANONIMA**, con cédula jurídica 3 101 380076.

Número de teléfono. 290 4656

Fax. 290 4657.

Representante legal.

Representan a la sociedad los señores Javier Villalobos Giménez y Juan Carlos López Verdejo, Presidente y Vicepresidente en su orden, ambos con facultades de apoderados generalísimos sin límite de suma actuando conjuntamente, y el señor Álvaro Muelas Rodríguez, Sergio Daniel Ramírez Gonzáles, y Carlos José Jarquemada Valle, son apoderados con amplio poder actuando conjuntamente al menos dos de los apoderados, con límite de suma a cincuenta mil dólares, y quienes podrán suscribir contratos laborales o de servicios, documentos para inscribir como patrono a la concesionaria ante la caja costarricense de seguro social, firmar planillas y otros facultades que constan en el poder otorgado.

Contrato de obra pública.

Se refiere al contrato celebrado entre el Estado y la concesionaria para la ejecución del proyecto macro, Corredor San José - San Ramón, contrato que fue refrendado por la Contraloría General de la República en abril del presente año.

Dirección para atender notificaciones.

Se señalan los faxes números 290 4657 y 283 3497 para estos efectos, o la oficina #4-5 de la sede, sita en La Uruca, Oficentro Palacio, 500 mts. norte del Hotel San José Palacio.

GEOAMBIENTE S.A.

3.2. Información sobre el equipo profesional que elaboró el EsIA

a. Nombre de la Consultora.

La Consultora contratada para llevar a cabo este estudio es **GEOAMBIENTE S.A.**, cédula de persona jurídica 3 101 097722.

b. Número de teléfono. Fax.

Los teléfonos de la consultora:

Teléfono 283 3497.

Celular 382 7156.

Fax: 283 3497.

c. Representante Legal.

El representante de la Consultora es Rodolfo Hernández Ramírez, cédula 1 332 091.

d. Número de registro Setena.

Está inscrita en el Registro de Consultoras de SETENA/MINAE bajo el número 026-96, inscripción vigente.

e. Dirección para atender notificaciones.

Atenderá notificaciones Al fax 283 3497.

GEOAMBIENTE S.A.

f. Integrantes del equipo consultor.

Firmas.

Integran el equipo consultor los siguientes profesionales:

Rodolfo Hernández Ramírez.
Saneamiento ambiental.
Reg. Setena No.058-96.

Ursula Rehaag Kopanke.
Abogada. Coordinadora.
Reg. Setena No. 059-96.

Eduardo Hernández García.
Geohidrólogo.
Reg. Setena No. 108.98

Mauricio Bermúdez M.
Biólogo.
Recursos Naturales.
Reg. Setena No.060-96.

Ricardo Gamboa Martínez.
Ing. Forestal.
Reg. Setena No. 071-2000.

Marcial Montero p.
Geógrafo.
Reg. Setena No.032-96.

Francia Borowy Sevilla.
Antropóloga Social.
Reg. Setena No.091-96.

SON AUTÉNTICAS: _____.

GEOAMBIENTE S.A.

3.3. Términos de referencia del EsIA realizado.

A la fecha de realización de este estudio, a pesar de haber sido solicitados en enero del año 2005 por la CNC y nuevamente, por la Concesionaria, , SETENA no había dado los términos de referencia del presente estudio, por lo que, al tenor del Reglamento de esa Secretaría, y para atender los compromisos y plazos del Contrato celebrado con el Estado, la Concesionaria presenta este documento, habiendo atendido los parámetros indicados en la Caracterización Ambiental Preliminar (CAP) aprobada por Setena, así como se han incluido en el estudio, las exigencias del Cartel, y del BID, especialmente las contenidas en documento AP 710, y el criterio de la Consultora Ambiental.

GEOAMBIENTE S.A.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

- 4.1 Ubicación geográfica
- 4.2. Ubicación político-administrativa
- 4.3. Resumen del proyecto
- 4.4. Legislación y normas técnicas y ambientales que regulan el proyecto o el espacio geográfico donde se desarrollará
- 4.5 Área estimada del proyecto y áreas de influencia
- 4.6 Fases de desarrollo
 - 4.6.1. Actividades a realizas en cada fase del proyecto
 - 4.6.2. Tiempo de ejecución
 - 4.6.3. Flujograma de actividades
 - 4.6.4. Infraestructura a desarrollar
- 4.7. Equipo a utilizar
 - 4.7.1. Fase de construcción
 - i. Movilización de equipo
 - ii. Frecuencia de movilización
 - 4.7.2 Fase de operación
 - i. Flujo vehicular esperado
 - ii. Mapeo de ruta más transitada
- 4.8. Necesidades de recursos durante la operación
 - 4.8.1. Servicios básicos
 - i Agua
 - ii Energía eléctrica
 - iii Alcantarillado (aguas servidas)
 - iv Vías de acceso
 - v. Transporte público.
 - 4.8.2. Mano de obra
 - i. Durante construcción
 - ii. Durante operación
 - iii. Campamentos
 - iv. Especialidad
- 4.9. Disposición de desechos
 - 4.9.1. Fase de construcción (énfasis en tóxicos)
 - i. sólidos
 - ii. líquidos (incluyendo drenajes)
 - iii. gaseosos
 - iv. reciclables y/o reutilizables
 - 4.9.1. Fase de operación (énfasis en tóxicos)
 - i. sólidos
 - ii. líquidos (incluyendo drenajes)
- 4.10. Concordancia con el plan de uso de la tierra
- 4.11. Monto global de la inversión.

GEOAMBIENTE S.A.

4.1 Ubicación geográfica.

El área del estudio se ubica en la región central de Costa Rica, al occidente de la ciudad de San José; Coordenadas 213.000 - 217.000 N y 522.000 - 517.000 E, Hojas Cartográficas 3345 - I Abra y Barva 3346 - II, 1: 50 000 IGN.

4.2. Ubicación político-administrativa

El trazado de la ruta del tramo se localiza en parte de la Provincia de Heredia y parte de la Provincia de Alajuela, en distritos La Ribera, Cantón Belén, y Distritos San Rafael y Río Segundo, Cantón Central Alajuela.¹

4.3. Resumen del proyecto

Como ya se indicó, el proyecto es para la construcción de un tramo nuevo de carretera, de 2.7 Km, entre San Antonio de Belén (Heredia) y Río Segundo, de Alajuela. Incluye la operación durante 20 años de la autopista.²

El diseño y construcción incluye una intersección que comunique esta carretera con la Autopista General Cañas, en las cercanías del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría.

Se iniciará en la Intersección Panasonic (Est. 5+196.5) y finaliza en la intersección Río Segundo (Est.7+980) donde se conectará con la Autopista General Cañas.

Contará con cuatro carriles (dos por sentido) de un ancho de 3.65 m. cada uno; se construirán además espaldones de 2.0 m de ancho en ambos extremos de la calzada, y una isla central de 1.80 m. La superficie de rodamiento estará compuesta por una carpeta de mezcla asfáltica en caliente, de 0.60 m. de espesor en la capa A, una base asfáltica caliente de 0.9 m. de espesor (Capa B) una base estabilizada de cemento Portland de compresión simple a los 7 días, mayor a 40 Kg/cm², con un espesor de 0.20 m. (Capa C), sub base granular con un CBR > 10% de 0.45 m de espesor.

El trazado incluye el paso sobre el Río Segundo, para lo cual se construirá un puente de aproximadamente 35 metros de largo; también contará con dos pasos a nivel, uno al inicio del trazado y el otro al final de la radial.³

¹ Ver Mapa de ubicación.

² Ver planos referenciales.

³ Las obras de intercambio de la radial con la Autopista General Cañas se incluirán como parte de las obras a realizar en dicha autopista y por ende no se incluyen en este estudio.

GEOAMBIENTE S.A.

La carretera contará con las obras de señalización tanto vertical como horizontal, drenajes, iluminación y áreas de servicio.

En etapa operativa, el proyecto incluye la operación de la radial por parte del Concesionario por un período de 25 años, durante los cuales realizará labores de mantenimiento de la zona de rodamiento, obras conexas, áreas verdes y estructuras relacionadas.

Las labores de mantenimiento incluyen bacheo simple, reposición de carpeta, limpieza de materiales de derrumbe, readecuación de superficies del espaldón, rehabilitación de cunetas, tragantes, fosos, drenajes y en general, las obras de drenaje, reparación y peinado de taludes, reparación y mantenimiento de puentes y otras estructuras; reposición de señales, demarcación de pavimento, reposición de obras de seguridad e iluminación dañadas, y similares.

Otro tipo de actividad que deberán realizar las empresas, tanto contratista (Etapa B) como la Concesionaria (Etapa C) son las de monitoreo de la calidad ambiental, comprobación de eficacia de las medidas de protección o minimización de efectos negativos, y la ejecución de los diversos planes que forman parte del presente trabajo.

En cuanto a la calidad de los materiales y mediciones del estado del pavimento, obras y ajuste a diseños, las empresas contarán con el personal adecuado; el Estado ha establecido los parámetros de calidad, y ejercerá el control debido.

Para asegurar la posibilidad de utilización de espacios de terreno para la construcción de la vía (Área de Ruta y derechos de vía o AP) corresponde al Estado la compra o expropiación de tierras.

4.4. Legislación y normas técnicas y ambientales que regulan el proyecto o el espacio geográfico donde se desarrollará.

A efecto de conocer la legislación aplicable o relacionada al proyecto, estudiamos:

1. Tipo de proyecto.
 2. Posibles efectos sobre el ambiente.
 3. Ubicación del proyecto.
-

GEOAMBIENTE S.A.

Llegando a la conclusión que:

- El proyecto es de obra pública, de interés nacional, para la construcción de un tramo nuevo de carretera que conecte San Antonio (como una continuación de la radial Santa Ana) con Río Segundo, y está sujeto al control y monitoreo de diversas instituciones.
- Los posibles efectos sobre el medio de un proyecto de este tipo, se verán minimizados y/o eliminados por las medidas con que cuenta el proyecto en estudio, y por la tecnología a emplear.
- El sitio de ubicación del tramo es un área intervenida, cuyas áreas de influencia indirecta cuentan con servicios básicos (agua, electricidad, comunicaciones).
- Deben considerarse normas del ambiente al igual que las relacionadas con la Administración, y aquellas disposiciones ambientales del BID.

GEOAMBIENTE S.A.

Legislación costarricense aplicable:

Ley o Reglamento	Artículo/s relacionado/s.
Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554 - 95.	2,17 -21, 49, 50, 59, 65, 66, 67, 68, 69.
Ley General de Salud, No.5395 - 73 y sus reformas.	4, 37,262, 263, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 285, 287.
Código Municipal.	4.
Código de Trabajo	Capítulos I, V, VI, y concordantes.
Ley de Biodiversidad, No. 7788-98	8, 11, 45, 49, 50, 52, 109.
Ley de Conservación de la Vida Silvestre, No. 7317 - 92 y sus reformas.	132.
Ley de uso, manejo y conservación de suelos. No. 7779 - 98	6, 11, 22, 28, 30, 32, 41, 42, siguientes y concordantes.
Ley Forestal, No.7575 - 96 y sus reformas.	19,20, 21, 33, 34, 58, 61, 62.
Ley de Contratación Administrativa, No. 7494 - 95 y sus reformas.	59
DE 26483-MEIC, Seguridad contra incendio. Símbolos gráficos.	4,5,6,7,8,9,10,11.
DE 25038-H Reglamento general de contratación administrativa.	67.4
DE 19049-S. Disposición de desechos.	55
Reglamento general para el otorgamiento de permisos de funcionamiento por parte del Ministerio de Salud.	1,2.
Reglamento de Construcciones, INVU.	VI.23
DE 32079-MINAE, Manual de instrumentos técnicos para el proceso de evaluación de impacto ambiental.	En lo conducente.
DE 31849- MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC Reglamento general sobre los procedimientos de evaluación de impacto ambiental.	En lo conducente.
DE 24158-Mirenem- S. Normas de ubicación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.	1 -9.
DE 26042-S-Minae Reglamento de Vertido y Reuso de aguas residuales.	3, 4, 5, 6, 7.
DE28930-S Manejo de productos peligrosos.	5
DE28623-MINAE-S	20.2.8 y concordantes.

GEOAMBIENTE S.A.

Otras disposiciones:

- ❑ Normativa del INS, en materia de seguros.
- ❑ Normativa del BID en materia ambiental y reubicación de personas.
- ❑ En caso de realizar actividad de minería para la obtención de materiales, deberá atenderse la legislación especial (Código de Minería y su Reglamento).
- ❑ La caracterización de estándares para el aire se atenderían los establecidos en Perú, del SINIA (200), establecen valores similares a los de la EPA; igual ocurre con la normativa Venezolana, por no contar con normativa expresa en el país.
- ❑ Para ruido, igualmente no hay normativa en el país, sino parámetros establecidos por criterios técnicos; los estándares nacionales señalan que el máximo permitido **en** áreas del proyecto en que se opera maquinaria, sin protección, es de 90 dB.
- ❑ Manual Centroamericano de Dispositivos para el control de tránsito y normativa citada en el Cartel de Licitación.
- ❑ Parámetros del Cartel de Licitación y sus aclaraciones, y del Contrato.

4.5 Área estimada del proyecto y áreas de influencia.

El área del proyecto (AP): Se extiende por 2.7 Km., con un ancho igual al derecho de vía (50 metros).

AID: Se estima conforme lo indica Setena, como los 50 metros alrededor de los perímetros del proyecto.

AII: Por los efectos que sobre el medio pudiera tener la realización de obras, la existencia de sitios de acopio de materiales, y bodegas, sobre elementos naturales como el aire (ruidos, olores), el suelo (compactación, remoción), el agua (drenajes naturales impedidos, riesgo de contaminación) o sobre el ambiente humano (presencia de personas, calidad del aire, riesgo de accidentes, reasentamiento) se estima el área de influencia indirecta en una franja de 250 metros de ancho a ambos lados de la vía.

GEOAMBIENTE S.A.

4.6 Fases de desarrollo.

Las fases de desarrollo del proyecto, una vez superada la etapa de concesión, se establecieron en tres, siendo éstas:

- A. Etapa de estudios, aprobaciones, permisos.
- B. Etapa de construcción.⁴
- C. Etapa de operación.

4.6.1. Actividades a realizas en cada fase del proyecto.

Durante las etapas, se deberán realizar las siguientes actividades:

Etapa A.	Etapa B.	Etapa C.
Se realizan estudios de suelos, geotecnia, ambientales; se confeccionan diseños, planos, planes. Se solicitan y obtienen permisos (corta de árboles, por ejemplo, y aprobaciones). Se definen sitios de botaderos, campamento, etc.	Durante esta etapa, se ejecutan las obras: Apertura (corte), movimientos de tierras, construcción de calzada, puentes, pasos peatonales, campamentos, bodegas, y otros conexos al trazado de la vía. Señalización, iluminación, etc. Ejecución de planes de etapa constructiva.	Se administra el uso de la vía, y se da mantenimiento a la misma, a áreas verdes, a servicios, etc. Se ejecutan los planes de etapa operativa.

4.6.2. Tiempo de ejecución.

Etapa	Plazo
A.	12 meses.
B.	24 a 25 meses.
C.	25 años.

Nota: Los plazos están relacionados al proyecto macro Corredor San José - San Ramón; el presente corresponde a la tercera etapa de dicho proyecto. Son plazos paralelos.

⁴ Debe hacerse notar que este proyecto es parte del proyecto macro Corredor San José- San Ramón, y constituye la etapa final del mismo, por lo que el inicio de los trabajos se estima en 2 a 3 años a partir de la orden de inicio de la etapa primera.

GEOAMBIENTE S.A.

Etapa	Meses
A.	_____
B.	_____
C.	A partir de orden de inicio 25 años _____

4.6.3. Cronograma de actividades.

El cronograma de actividades de la empresa se adjunta al presente capítulo, y es un plan de trabajo tentativo, que podrá variar en el futuro.⁵ En cuanto a la etapa de operación, las actividades de monitoreo y mantenimiento se llevarán a cabo de forma permanente y conforme se requieran, durante el tiempo de concesión.

4.6.4. Infraestructura a desarrollar.

Las obras a realizar deberán cumplir, según el Cartel de Licitación, el Contrato con el Estado, con las Normas Técnicas de los Proyectos de Ingeniería, las Especificaciones técnicas de Construcción, Rehabilitación y Mejoramiento, y las Especificaciones de Mantenimiento y Operación, el CA-2001, así como los requerimientos ambientales establecidos.

Comprenden la construcción de la radial en un tramo nuevo, y otras obras como intersecciones, intercambios y puentes, plaza o centro de peaje, área de servicio, ornato, señalización, iluminación, y para ello deberá llevar a cabo:

- ✓ Desmonte y limpieza.
- ✓ Cortes.
- ✓ Obras de explanación.
- ✓ En caso necesario, voladuras.
- ✓ Construcción de obras de drenaje (alcantarilla, pontones, pozos de registro, canales y similares).
- ✓ Construcción de la estructura del pavimento e isla.
- ✓ Señalización y demarcación de las vías (cumpliendo con las normas del Manual Centroamericano de Dispositivos para el control de tránsito).
- ✓ Obras de estabilización de taludes en sitios en que hagan falta.

⁵ Ver Plan de Trabajo, en Tomo II.

GEOAMBIENTE S.A.

- ✓ Reubicación de redes de servicios públicos cuando sea necesario (en coordinación con la entidad que corresponda) y reparación de daños que cause en las mismas el desarrollo de las obras.
- ✓ Construcción de estructura de puente.
- ✓ Puentes o pasos peatonales.
- ✓ Bahías para autobuses (áreas de estacionamiento) con caseta de escampadero.

La Radial inicia en la Panasonic, al final de la radial Santa Ana - San Antonio, hasta la Ruta 3 de Río Segundo de Alajuela, con una longitud neta de 2.7 Km. La sección típica de esta radial corresponde a una vía de cuatro carriles (dos por sentido) de 3,65 m de ancho, separados por una isla central de 1,80 m de ancho mínimo, y espaldones de 2.00 metros. Se construirá la estructura de pavimento de acuerdo con su diseño definitivo.

En la intersección con la ruta 122 se construirá un intercambio tipo diamante. Se construirá un peaje, y un paso a desnivel con la Calle Canadá y otro con la calle la Candela (ruta 111); un puente sobre el Río Segundo, cuya longitud se estima de 35.0 metros, una estructura con vigas apoyadas en concreto preesforzado apoyadas sobre bastiones abiertos extremos continuamente apoyados. En cuanto al entronque de esta radial con la autopista General Cañas, se indicará en el estudio correspondiente a este tramo del Corredor.

El proyecto incluye las obras de señalización y señalamiento, así como defensas, construcción de drenaje transversal y longitudinal, iluminación de las calzadas completas en toda la longitud del tramo y zonas de intercambio, desvíos de tránsito y limpieza y terminación de las obras, así como la reposición de los servicios afectados.

En etapa operativa, el proyecto abarca los trabajos de mantenimiento de todas las obras y limpieza de drenajes, siembra y reposición de vegetación en la isla y otras zonas verdes.

En cuanto a las especificaciones técnicas de todas las obras, la Concesionaria y sus contratistas deberán atender las normas y especificaciones contenidas en el Cartel de licitación y sus aclaraciones, que en ese sentido y para el cumplimiento de la normativa técnica vial y ambiental, forman parte del presente estudio.

GEOAMBIENTE S.A.

4.7.1. Fase de construcción:

i. Movilización de equipo.

El equipo que se utilizará durante esta etapa es según la lista siguiente; sin embargo, no es una lista exhaustiva:

- Camiones de volteo.
- Compactadores de llantas neumáticas.
- Compactadores vibratorios.
- Cortadora de disco de diamante.
- Bastidor de texturizado longitudinal.
- Equipo de carga.
- Equipo triturador.
- Grúas.
- Motosierras.
- Motoconformadoras.
- Niveladoras.
- Palas mecánicas.
- Pavimentadoras de concreto.
- Reglas vibratorias.
- Rippers o desgarradores.
- Rodillos.
- Tractores de hojas angulares.
- Vagonetas.
- Vibradores de rodillos, de contacto o superficiales.
- Vibradores de inmersión.
- Equipo menor.
- Equipo de iluminación, fuentes de poder.

ii. Frecuencia de movilización.

El equipo será llevado al sitio de proyecto, y se movilizará conforme avancen los trabajos. Una vez finalizada la obra, el equipo será retirado del área.

4.7.2 Fase de operación:

i. Flujo vehicular esperado.

La estimación del flujo vehicular que se ha realizado, y que se prevé que use la carretera una vez finalizada ésta, es de unos 20.000 a 25.000 vehículos / día.

4.8. Necesidades de recursos.

4.8.1. Durante la etapa de construcción:

4.8.1.1. Servicios básicos: El número de trabajadores se estimó en 200 con un máximo de 300, para el cálculo de estos servicios:

i. Agua. La demanda de agua potable y para otros usos durante esta etapa se estima en 2000 lts./día.

ii. Energía eléctrica. Se requerirá para la iluminación nocturna de vigilancia en campamento, y para el

GEOAMBIENTE S.A.

funcionamiento de algún equipo y maquinaria. Se estima en 10.000 Kw/mes.

iii. Alcantarillado sanitario. No será requerido, dado que se utilizarán servicios transportables.

iv. Recolección de desechos ordinarios.

Los desechos ordinarios serán recolectados externamente por una empresa especializada (hay varias en el mercado nacional, autorizadas) con la cual se subcontratará el servicio. El volumen estimado será de 4 m³ / semana.

v. Materiales. Los áridos se obtendrán de tajos de la región, concesionados y en funcionamiento. La lista siguiente es a manera de ejemplo, no es exhaustiva:

Nombre	Ubicación	Materiales			
		SB	Base	MAC	Conc.
Cerro Minas	Santa Ana	x	x	x	x
Giralda+Ramírez Crespo	Santa Ana	x	x	x	x
Lindora	Santa Ana	x			
Chepe Zamora	San Antonio de Belén	x	x	x	x
Holcim	San Antonio de Belén	x			
Río Segundo	Río Segundo			x	x

Nota:

SB- Sub base.

MAC- Mezcla asfáltica caliente.

Conc.- Concreto

4.8.2. Durante la etapa de operación:

4.8.2.1. Servicios básicos: El número de trabajadores se estimó en 50 para el cálculo de requerimiento de los servicios de mantenimiento y servicio.

i. Agua. Los requerimientos serán bajos, y puntuales, durante la realización de obras de mantenimiento. Su estimación no resulta posible en esta etapa, por cuanto depende del tipo de obra necesaria, y el número de operarios involucrados en las labores. Será requerido el líquido en los Centros de Control del proyecto corredor San José - San Ramón, del cual el presente forma parte. El volumen no ha sido estimado toda vez que dependerá del número de personas trabajando en los sitios (policía, Tránsito, empleados diversos) o de usuarios.

GEOAMBIENTE S.A.

ii. Energía eléctrica. Será requerida la necesaria para la iluminación del tramo (vía pública) durante las horas de oscuridad y en los Centros de Control.

iii. Alcantarillado (aguas servidas). Se requerirá en los tramos que exista; en casos en que no lo hubiera, se utilizarán tanques sépticos para la eliminación de aguas negras y servidas en los Centros de Control y Peajes, en todo el proyecto macro.

iv. Vías de acceso. Se utilizarán las existentes, siendo las más probables la misma radial, la autopista Próspero Fernández y la carretera Concepción - San Antonio y la Autopista General Cañas. Su uso será puntual y frecuente, durante las actividades de monitoreo y de obras de mantenimiento.

v. Transporte público. Será utilizado durante esta etapa para el transporte de empleados para atender labores operativas, y algunos llegarán al sitio de trabajo por medios propios. El transporte de operarios se hará eventualmente mediante vehículos de la empresa Concesionaria o empresa subcontratada.

4.8.2. Mano de obra:

i. Durante construcción.

Se requerirá el concurso de diversos profesionales, tales como Ingenieros, tanto civiles como viales; ingenieros estructurales, diseño, geólogos, topógrafos; planilleros, supervisores, capataces, oficinistas, bodegueros, misceláneos, peones, operadores de equipo y maquinaria, personal de seguridad; también serán requeridos mecánicos, pintores para señalización, y otro personal como Ingenieros Forestales, Arqueólogo (a), sociólogo (a), Regente Ambiental. Se estimó en 200 - 300 personas el personal necesario durante esta etapa.

ii. Durante operación.

La concesionaria requerirá profesionales en ingeniería, Forestal, operadores, peones, capataces, y otros, así como los servicios de una empresa Consultora Ambiental (Regente Ambiental) que lleve a cabo el monitoreo del cumplimiento de obligaciones ambientales y eficacia de medidas protectoras. Se estimó en 50 el número de trabajadores en esta etapa.

iii. Campamentos.

Se establecerán campamentos, provisionales, que contarán con bodegas, caseta de Guarda, áreas de apilamiento, área

GEOAMBIENTE S.A.

de garaje para maquinaria móvil, servicios sanitarios portables, agua potable, electricidad, instalaciones para mantenimiento de equipo, taller. De resultar mejor desde el punto de vista costo - oportunidad, y adecuación ambiental, se utilizará como taller alguno existente de empresas privadas. Habrá plantas de asfalto, que se localizarán en sitios a más de 100 metros de un cauce de río o quebrada, y se acondicionarán con caños perimetrales alrededor de lugar de planta y de estacionamiento o carga de vehículos de carga del material; estos caños tendrán trampa de grasa para las aguas de escorrentía superficial que laven el área de trabajo. Al finalizar la vida útil del sitio, se limpiará el lugar.

iv. Especialidad.

Algunos de los requerimientos de personal son para personas de alta especialización profesional, como lo son los Ingenieros Civiles, Viales, estructurales, y similares; Geólogo, forestal, etc.

4.8.3. Materiales.

Dentro de los materiales a emplear en este proyecto se incluyen materias primas y productos químicos (combustibles, pinturas, lubricantes, aceites, refrigerantes, mezcla o emulsión asfáltica, cemento asfáltico, concreto, telas de fibra sintética, y otros). Algunos de estos materiales requieren un sitio especialmente resguardado, cubierto, de paso restringido, por lo que la bodega contará con este tipo de lugar.

Otros materiales, como áridos para la construcción, se obtendrán de tajos cercanos, con concesiones vigentes, como los indicados anteriormente.⁶

4.9. Disposición de desechos:

Entre los materiales a utilizar en este tipo de proyecto, encontramos cementos, emulsiones asfálticas, varillas, material para bases y subbases, tubería de hormigón, telas de fibra sintética, pinturas, aceites, diesel, solventes. Los volúmenes a emplear no han sido calculados de manera definitiva, salvo en los estudios preliminares que se realizaron para el proceso licitatorio.

⁶ Página IV-11.

GEOAMBIENTE S.A.

4.9.1. Fase de construcción (énfasis en tóxicos):
i. sólidos.

Tipo desecho	Volumen estimado ⁷	Disposición
Ordinarios	3 m ³ /semana	Recolección privada, disposición en relleno sanitario.
Tierras removidas	De 75000 a 100000 m ³ en este tramo del corredor (Radial)	a) Rellenos en prisma de la carretera. b) En sitios de intersecciones, islas (jardines, paisajismo). c) En rellenos sanitarios que lo requieran, o en terrenos municipales donde convenga a la municipalidad en cuestión (canchas deportivas, por ejemplo)
Residuos de desmonte	Sin estimar	En sitios de botadero.
Residuos de la construcción, demolición (pavimento, cemento, concreto, varillas).	Sin estimar	En sitio de botadero, o en rellenos sanitarios autorizados.
Empaques, contenedores y empaques vacíos y similares, de sustancias tóxicas o peligrosas.	Sin estimar.	En sitios de rellenos sanitarios aprobados por el Ministerio de Salud, y en la forma que indique el fabricante.

⁷ El RAP informará Setena sobre volúmenes y disposición de los desechos, con la frecuencia que esa Secretaría demande, una vez inicie la etapa constructiva.

GEOAMBIENTE S.A.

ii. líquidos (incluyendo drenajes).

Tipo desecho	Volumen estimado	Disposición
Aguas negras	Sin estimar.	Servicios sanitarios portátiles. Traslado a sitios de tratamiento adecuados y aprobados.
Aceites quemados, asfaltos, diesel, pinturas, selladores, lubricantes.	Sin estimar	Reutilización, reciclaje. Tratamiento según recomendaciones del fabricante.
Drenajes	Sin estimar	Entubamiento, direccionado a drenajes naturales o existentes.
Aguas de escorrentía.	Sin estimar.	Canalización a sistemas de drenajes, con separación de sólidos o sustancias oleaginosas.

iii. gaseosos.

No se prevé la generación de gases por el tipo de material a utilizar en esta etapa, distintos a los generados por los materiales de combustión de los motores de vehículos y maquinaria. Otros posibles son vapores generados por pinturas, solventes y similares, sin estimar.

i. reciclables y/o reutilizables.

Desecho	Volumen	Disposición
Productos de papel y cartón.	Sin estimar.	Recicladoras de papel.
Aceites quemados	Sin estimar.	Empresa Shell para reciclar, o Cementera para hornos.
Tierras removidas	Ver supra	Rellenos, áreas verdes.
Residuos de demolición.	Sin estimar	Majados, se incluyen en mezclas usadas en la construcción.
Hierros	Sin estimar	Empresas recicladoras.
Llantas	Sin estimar	Industria del cemento.

GEOAMBIENTE S.A.

4.9.1. Fase de operación (énfasis en tóxicos):
i. sólidos.

Desechos	Volumen ¹	Disposición
Ordinarios	Sin estimar	Servicio privado de recolección y disposición externa.
Material de desmonte	Sin Estimar	Botaderos autorizados.
Sobrantes de mantenimiento	Sin estimar	Botaderos o reciclaje

¹: Depende de las labores a realizar para mantenimiento de áreas verdes, calzada y demás obras, o del número de usuarios de los centros de control y servicio.

ii. líquidos (incluyendo drenajes).

Desechos	Volumen ¹	Disposición
Aguas negras y servidas.	Sin estimar	Pública cuando exista o tanques sépticos
Aguas de drenaje o escorrentía.	Sin Estimar	Sistema de conducción, caños perimetrales, trampas de grasa.

4.10. Concordancia con el plan de uso de la tierra.

El uso actual del espacio de AP está dedicado a terrenos incultos, jardines, instalaciones recreativas y otras, de manera que en este espacio habrá cambio de uso; este nuevo uso, para vía terrestre, está en concordancia con el Plan vial del Estado (accesos, vías).

4.11. Monto global de la inversión.

El costo estimado del proyecto es de \$3.798.000.

GEOAMBIENTE S.A.

5. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO.

- 5.1 Formaciones geológicas.
 - 5.1.1. Formaciones Geológicas Regionales.
 - 5.1.2. Unidades geológicas locales
 - 5.1.3. Análisis estructural y evaluación
 - 5.1.4. Caracterización geotécnica
- 5.2 Geomorfología
- 5.3. Caracterización de suelos
- 5.4. Clima
- 5.5. Hidrología
- 5.6. Calidad del aire
- 5.7. Amenazas naturales. Susceptibilidad.

5.1.1- Formaciones geológicas regionales:

EL área en estudio comprende tierras planas a onduladas, situadas en entre los sitios conocidos como Panasonic, Ojo de Agua, Aeropuerto- Río Segundo.

El estudio involucra un área desde San Antonio de Belén a Río Segundo ubicándose el área de interés como la continuación de la actual radial San Antonio de Belén - Santa Ana, Ruta No 147.

La elevación del área de estudio, oscila entre los 850 a los 950 msnm; le confiere un clima (ST/T: sh/5 - 6), Subtropical, Tropical Subhúmedo, con cinco a seis meses secos, una precipitación media anual entre los 1517 - 2052 mm al año y una temperatura media superior a los 24 °C.

Geológicamente el Valle Intermontano Central se considera, como una cuenca de depositación tipo "Vulcano - sedimentario". El área en estudio corresponde a un relleno de depósitos de origen Coluvio Aluvial recientes (Qal), depósitos de caída (Cenizas y Lahares - QVL), Depósitos de Avalancha Ardiente (QV3), y Coladas de Lavas Andesítico-Basálticas (Formación Bermúdez (QV1) y la Unidad de Lavas Intra cañón (QV4)), sobre un sustrato rocoso de carácter sedimentario de la Formación Pacacua (Tm-p), y lavas y flujos piroclásticos del Mioceno, asociados a la Formación Grifo Alto (TQ-ga).

Aspecto Geo - estructural:

Los rasgos estructurales del valle central son, el resultado de esfuerzos corticales compresivos y

GEOAMBIENTE S.A.

tensionales, los cuales se evidencian en el occidente de San José, con:

a - Plegamientos:

Sé le considera la principal deformación que ha afectado las rocas de la Gran Área Metropolitana.

El análisis del tipo de pliegues nos representa los principales dominios estructurales:

Al norte del área de estudio, se extiende el Escarpe de Alajuela, que es un plegamiento, asociada al levantamiento de los Volcanes Poás y Barba, producto de la intrusión del magma, que originó su vulcanismo.

Esta estructura se encuentra alineada norte-sur o noreste, dirección que evidencia los principales sistemas de fractura por donde emergió el magma, durante el proceso de construcción de la Cordillera Volcánica Central.

Al Sur del proyecto, comprenden un sistema de colinas de carácter sedimentario e intrusiones magmáticas tipo grano dioritas que son la prolongación de la estribaciones Cordillera de la Talamanca, lo que se define dentro de los cerros de la Carpintera, Tablazo San Miguel, Pico Blanco. Esta unidad sé encuentra muy fracturada y plegada por sistemas de anticlinales y sinclinales (Castillo, 1966).

b- Fallamiento:

El fallamiento dentro del valle central y el área de estudio es poco conspicuo, en general es sub - vertical, con movimiento transcurrente. Siendo los movimientos verticales subordinados a los primeros. Esto permite concluir, que el comportamiento de la deformación corresponde a una proceso de compresión N-S.

La aparente ausencia de fallas activas con sus excepciones dentro de lo que sería el propiamente el Valle Central, debe de observarse con cuidado ya que el desarrollo urbano, se encuentra fuertemente concentrado en esta región.

Aspectos Estratigráficos:

La Estratigrafía del área de estudio esta circunscrita al modelo estratigráfico de la Cuenca del Valle Central, esquematizada en el Cuadro N° 1 y Mapa Geológico.

5.1.2 Unidades geológicas Locales:

El área cubierta en este estudio, comprende parte de la Hoja geográfica Abra y Barva del IGN; es una región

GEOAMBIENTE S.A.

sumamente estudiada por diversos autores, que han definido muy bien las diferentes unidades geológicas.

Las litofacies encontradas y descritas en este trabajo se correlacionan en lo posible, con las unidades formales, previamente descritas en la geología regional.

El área en estudio, tiene características geológicas complejas debido a la intrínseca relación tectono-estratigráfica, presente en gran parte del área, como resultado directo e indirecto de la formación y evolución de la Fosa Intra-Arco.

La región que comprende este trabajo, se ha cartografiado las siguientes unidades lito-estratigráficas.

- *Unidad Vulcano - sedimentaria:*

Son principalmente materiales clásticos aportados por el intenso vulcanismo de la cordillera volcánica central; que en su período de depositación, ayudaron a modelar y a colmatar las pequeñas cuencas de la región.

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro N° 1

MODELO ESQUEMATIZADO DE LA ESTRATIGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO

Fuente: Arias & Denyer 1991 y Percy Denyer et al 1993.

LITOLOGIA	UNID. GEOLOGICA	SIMBOLOGIA
Depósitos aluviales y coluvio aluviales		Qa1
Lahares y Cenizas	Lahares y Cenizas	QVL
Lahares y Cenizas Avalanchas ardientes Depósitos piroclásticos	Formación Tiribí	QV1 QV3
Coladas de lavas Andesítico Basálticas	Formación Barva Lavas Intracañón Fm. Colima Sup. e Inf. Formación Grifo Alto.	QV1 QV4 TQ - ga
Areniscas, lutitas Y Vulcanoclásticas rojizas	Formación Pacacua	Tm - P

Se caracterizan por ser flujos de escombros (Lahares), flujos piroclásticos (Cenizas y Lapillis), avalanchas ardientes (Tobas e Ignimbritas) y coladas de lavas.

Las litofacies encontradas en el área de estudio son:

I. Unidad de lavas y piroclastos, (Formación Barva (QV1):

Aflora en región Noroeste del valle Central en las faldas de los Volcanes Barba y Poás hasta la ciudad de San Antonio. Se le asocia a una secuencia de flujos de escombros, flujos piroclásticos y flujos lávicos generados en el macizo del Barva.

GEOAMBIENTE S.A.

Se caracteriza a esta unidad, por tener una topografía plano ondulado y gran importancia hidrogeológica por ser una zona de recarga de los acuíferos de la parte Oeste del Valle Central.

Las lavas de esta unidad, están compuestas por coladas de lava de composición andesítico- basáltica de color gris-rojizo, de textura variada, muy fracturada, con espesores muy variables (15 a 25 m de espesor). Que por sus características texturales y por la cantidad de fuentes de agua subterránea asociadas a estas unidades; son, de gran importancia hidrogeológica para todo la cuenca norte del Valle Central, principalmente la región Oeste del Valle Central, donde se les asocia un gran numero de fuentes de aguas subterránea como son las del Río Segundo, Lancaster, Echeverría y Ojo de Agua.

I. Unidad de lahares y cenizas (QVL), (Formación Tiribí):

Se caracterizan por tener una topografía plana, afloran en parte del Valle Central. Revisten gran importancia hidrogeológica por tener una permeabilidad media. Su máximo espesor alcanza los 35 m, aunque en la zona de estudio no aflora esta unidad. (Figura No 2).

Por lo general, son depósitos muy heterogéneos, con fragmentos volcánicos subangulares tipo andesítico, englobados en una matriz areno arcillosa mal cementada. Sobre esta secuencia existe una capa de cenizas con un espesor variable, que evidencia un fenómeno similar a la erupción del Irazú de 1963.

II. Unidad de Depósitos de Avalanchas Ardientes (QV3), (Formación Tiribí):

Se caracteriza por tener una topografía plana afloran en todo el Valle Central.. Son depósitos de tobas e Ignimbritas que revisten gran importancia hidrogeológica por su alta permeabilidad.

Su máximo espesor alcanza los 150 m, aunque en la zona de estudio, el espesor varía entre los 60 a 100 m (Figura N° 2).

Esta unidad, se caracteriza por ser muy extendida en el Valle Central, se encuentra constituida principalmente por depósitos de flujos de pómez de caída, seguida por flujos de cenizas, lapillis y bloques lávicos, con delgados episodios aluviales en su base.

GEOAMBIENTE S.A.

Son por lo general depósitos muy heterogéneos, con fragmentos volcánicos subangulares tipo andesítico, englobados en una matriz areno arcillosa mal cementada. Sobre esta secuencia existe una capa de cenizas con un espesor variable, que evidencia un fenómeno similar a la erupción del Irazú de 1963.

III. Unidad de lavas:

a. Formación Grifo Alto (TQ - ga): Son flujos de lavas de carácter andesítico que representan las primeras emisiones del vulcanismo asociado a la Cordillera Central. Afloran al Sur y Oeste del Valle Central. Son lavas masivas a vesiculares, en coladas de 10 a 30 metros de espesor, intercaladas con episodios tobáceos y algunas brechas.

b. Lavas Intracañón (QV4): Aflora en el cauce del río Virilla y Tiribí a la altura de Bosques de Doña rosa a Electriona; se le asocia al Miembro Superior Linda Vista (Formación Colima). Está compuesta por una colada de lava de composición andesítico - basáltica de color gris rojizo, de textura variada, muy fracturada, y de gran importancia hidrogeológica por la cantidad de fuentes de agua subterránea asociadas a esta unidad.

IV. Cuaternario reciente:

En esta unidad se agrupan depósitos de varias clases, coluviales y aluviales, involucrados con la actividad Tectónica de la Cordillera Central y por el levantamiento de algunos macizos como son los Cerros de Escazú. En el área de estudio estos depósitos se encuentran poco desarrollados y cubren una áreas planas en las márgenes de los río Segundo y Cachazas en la localidad de las Cañas de Alajuela.

a. Depósitos Coluvio-Aluviales de Píe de Monte (Qal b): Son depósitos de caída, compuestos por fragmentos de rocas angulosas, principalmente de origen volcánico, englobados en una matriz areno - arcillosa de permeabilidad e infiltración baja.

Estos depósitos se sitúan al píe de las laderas de los cerros Real de Pereira. Se encuentran asociados a las pequeñas quebradas que drenan el frente montañoso, presenta características plano onduladas, con una topografía muy limitada.

b- Depósitos Aluviales (Qal a): Son depósitos pobremente sorteados, compuestos por bloque subangulares a redondeados de carácter Volcánico, de permeabilidad e infiltración

GEOAMBIENTE S.A.

alta, que por sus características y topografía son muy limitados, y se les localiza principalmente en las márgenes de los ríos quebradas.

5.1.3 Análisis Estructural y Evaluación:

La región, así como toda el área, ha sido afectada por un intenso tectonismo cuyos esfuerzos han variado desde el Paleoceno hasta el Cuaternario, por lo que se concluye, que el comportamiento de la deformación corresponde a una compresión N-S (Denyer P., et al 1991).

Algunas de las fallas principales han tenido actividad en él pasado y presente geológico, con una relativa calma en la actualidad.

De acuerdo a la recopilación por el estudio Neotectónico, existen pocas evidencias de actividad tectónica en el área cercana a la zona de estudio, excepto una serie de fallas en el entorno inmediato, las cuales han presentado actividad recientemente (*Mapa de Fallas activas del Valle Central*).

Fallamiento dentro o en los bordes del Valle Central:

Las fallas activas que se presentan en el Valle Central, en la Cordillera Volcánica Central y las estribaciones Norte de la Cordillera de Talamanca (borde sur del Valle Central), presentan gran diversidad en su distribución geográfica y en sus patrones geométricos y estructurales.

En cuanto a la distribución geográfica las fallas activas, se presentan limitando tanto el borde Norte como Sur de la depresión Topográfica del Valle Central de Costa Rica. Las del sector Norte, se encuentran en las faldas sur de la Cordillera Volcánica Central, dentro de zonas geológicas jóvenes con productos efusivos y de origen volcano-sedimentarios. El proyecto como tal se encuentra ubicado relativamente cerca de estos sistemas de fallas.

En el sector sur del Valle, las fallas activas se presentan limitadas a las estribaciones noroeste de la Cordillera de Talamanca, en este caso se ubica dentro de un ambiente geológico con una historia estratigráfica, estructural y genética, bastante compleja y han evolucionada a través de un período geológico mayor.

Existe una aparente ausencia de fallas activas con sus excepciones dentro de lo que sería propiamente el Valle Central. Esto debe tomarse con mucho cuidado, debido a que

GEOAMBIENTE S.A.

no existen evidencias propiamente en el campo, pero el creciente desarrollo urbanístico, dificulta la detección de fallamiento local.

Los sistemas de fallamiento más destacados son:

a- El sistema de fallas de Bajos del Toro: Se ubica cerca de la localidad de Bajos del Toro, tiene una orientación N-S, con un patrón paralelo amostomoso y su traza discurre por el río Toro.

b- El sistema de fallas Alajuela - Coronado: Se extiende por 38 Km desde el flanco SW del Volcán Poás hasta el flanco SW del Volcán Irazú. La falla más destacada de este sistema es la Falla Alajuela, tiene una expresión morfológica muy destacada en el terreno, con un escarpe pronunciado de hasta 200 m de altura. Bergoín et al, 1991, propone que este sistema corresponde a una falla inversa que termina con un pliegue delantero.

c- El sistema de fallas de Escazú- Higuito- Guarco: Se localiza en el borde sur del Valle Central y se extiende desde el Norte de Orósi, hasta el sur de Alajuelita, siendo su principal estructura la Falla Higuito.

Esta estructura tiene un patrón escalonado con fallas que sugieren un componente de desplazamiento de rumbo predominantemente dextral, que estaría de acuerdo con el campo de esfuerzos regionales.

d- Sistema de fallas Virilla - Ciruelas: Dentro de éste sistema se encuentra, la Fallas Virilla y Ciruelas, ambas de rumbo NE.

e- Lineamiento Río Segundo: Este lineamiento presenta una fuerte expresión morfológica, se le ha inferido una orientación SW-NE, con anomalías por medio de refracción sísmica.

Fallas regionales periféricas al Valle Central:

Existen algunas fallas localizadas a varios kilómetros del sitio de estudio, pero por su tamaño pueden generar daños considerables, dada la alta magnitud de los sismos que podrían generar. Estas fallas son:

a- Falla Jariz: Fue descrita por Castillo (1969) y Denyer (1991). Se extiende por 42 Km, desde la unión de los ríos Jariz y Virilla por el extremo noroeste, hasta cerca de San Pablo de León Cortés por el extremo Sureste. Esta falla se

GEOAMBIENTE S.A.

puede dividir en varios segmentos donde se le ha registrado una actividad sísmica somera de importancia (Montero, 1998).

b- *Falla Candelaria:* Esta falla ha sido muy estudiada, tiene un trazo rectilíneo y se extiende por 33 Km, desde su extremo noroeste, ubicado al oeste de Puriscal, hasta la confluencia de los ríos Candelaria y Pirrís.

c- *Sistema Tárcoles - Garita:* Es un sistema de fallas paralelas que probablemente se inician en el basamento marina y se extienden dentro del continente aproximadamente 30 KM con un rumbo noroeste extendiéndose hasta el escarpe de Alajuela.

d- *Sistema de Fallamiento de Puriscal:* Las principales fallas son a Picagres, Jaco, San Antonio y la Víbora (Montero 1991)

5.2 Geomorfología:

De acuerdo al estudio de los mapas topográficos, las fotografías aéreas y trabajo de campo del sitio del proyecto y áreas circunvecinas.

Las formas del terreno tienen una relación estrecha con la litología y las estructuras tectónicas en el ámbito regional y local.

A nivel morfotectónico, el área posee, una topografía poco accidentada, plana, con cerros de baja altura producto de la erosión por escorrentía de los ríos y quebradas.

Se identifica, como una porción de tierras planas, con cañones profundos asociados a los ríos Corrogres, Virilla y Bermúdez. La cual está conformada en su totalidad por depósitos volcánico - sedimentarias de carácter volcánico clástico, los cuales se encuentran poco tectonizados y fallados. Con potentes conos glacis en los cañones profundos del río virilla.

Descripción Geomorfológica:

A nivel del área de estudio, los criterios utilizados en este trabajo para definir las unidades geomorfológicas fueron los utilizados por Madrigal & Rojas (1980), que las clasifican de acuerdo al origen (Mapa Geomorfológico):

I- Formas de Origen Volcánico (FOV);

Comprende toda el área de estudio, se caracteriza por presentar un relieve plano con cerros elongados, lomeríos, con una elevación variable, entre lo 850 a 950 msnm, y cuencas hidrográficas bien desarrolladas y profundas.

GEOAMBIENTE S.A.

Las unidades litológicas que afloran están constituidas por flujos de escombros (Lahares), flujos piroclásticos (Cenizas y Lapíllis), avalanchas ardientes (Tobas e Ignimbritas) y coladas de lavas.

En el ámbito local, se pueden identificar tres Sub - unidades morfológicas importantes:

a. Áreas de topografía Abrupta (FOV -TA): Son áreas donde las pendientes son mayores al 50 % en promedio, incluye diferencias de alturas de hasta 100 m. Siendo en el área de estudio los terrenos aledaños al cauce principal del Virilla.

Estas áreas presentan barrancos de escorrentía y desfiladeros profundos, debido a lo angostos de los cauces y las características de los depósitos volcano sedimentarios que conforman la cuenca del Valle Central. Por su topografía, tienen una fuerte pendiente, un pobre desarrollo de suelos, correspondiendo de esta manera, con la zona de mayor erosión de suelo (Figura No 4).

b. Áreas de topografía Ondulada (FOV-TO): Corresponde a áreas de depositación de lahares y escombros, conforman lomeríos alineados, paralelos al patrón principal del drenaje y asociados a la pendiente de las faldas de los Cerros de Escazú. Su elevación es variada, con una pendiente entre 10 a un 15 %. (Figura No 4).

Es un área que se caracterizan por un escurrimiento concentrado, con pendientes muy suaves, correspondiendo a las zonas de mayor recarga hídrica del subsuelo. Localmente son importantes para la protección eólica, así como factor de captación de humedad y de la precipitación. Cabe destacar el valor hidrológico de esta lomería, ya que en las cercanías se da la recarga de pequeños superficiales, que son la principal fuente de agua potable para Santa Ana y alrededores.

c. Áreas de topografía Plana (FOV-TA): Son áreas con pendientes menores a un 10 % en promedio, son lomeríos poco elongados, que se caracterizan por un escurrimiento poco concentrado, con pendientes muy suaves, correspondiendo a flujos piroclásticos (cenizas y lapíllis) y depósitos de Ignimbritas, son zonas de alta recarga hídrica del subsuelo, y se caracterizan por un alto desarrollo de la población asentada en estos terrenos. Localmente son importantes para la protección eólica, así como factor de captación de humedad y de la precipitación.

GEOAMBIENTE S.A.

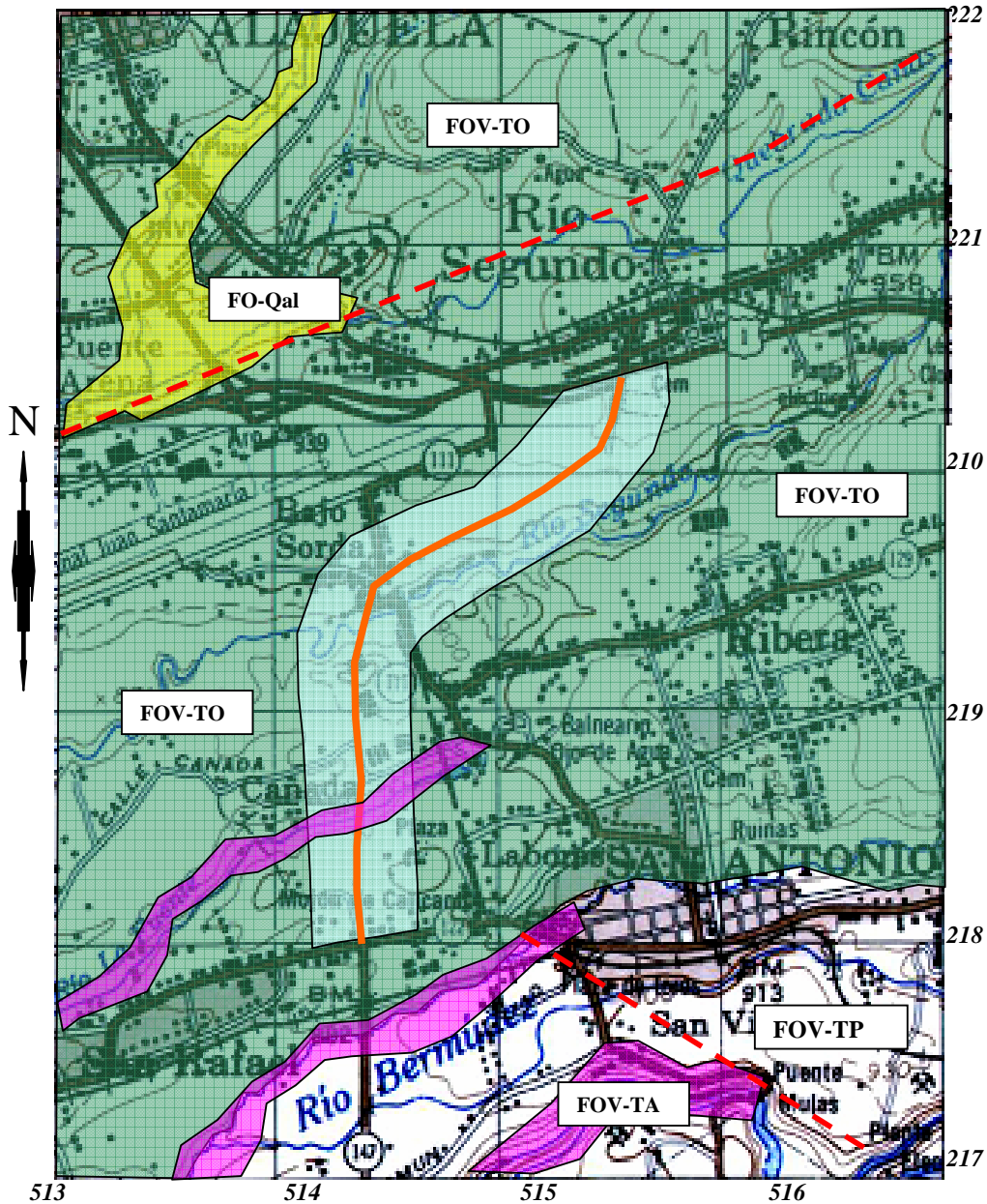
Cabe destacar también que son áreas de un gran valor hidrológico ya que son áreas de recarga de los acuíferos locales.

II- Formas de Origen Aluvial (FO Qal):

Son formas originadas por los sedimentos recientes acarreados por los ríos y quebradas que drenan el frente montañoso. Estos depósitos tienen una forma elongada esencialmente plana, siguiendo el curso de los drenajes principales.

Mapa Geomorfológico
Leyenda:
Formas de Origen Volcánico
Área de topografía abrupta (FOV-TA).
Área de topografía Ondulada (FOV-TO).
Topografía Plana (FOV-TP).
Formas de origen Aluvial (FO-Qal).
Formas de Origen Estructural (FOE).
P N° Pozo Existente

GEOAMBIENTE S.A.



**RADIAL BELEN – RIO SEGUNDO
MAPA GEOLOGICO
FIGURA No 1**

RADIAL SANTA ANA - SAN ANTONIO
Análisis y evaluación de Caracterizaciones Ambientales.
GEOAMBIENTE. S.A.
Consultora Ambiental
Esc. indicada

Hoja Abra 3345 - I IGN, Escala 1: 50 000
Hoja Barva 3346 - II IGN, Escala 1: 50 000

Fuente: Arias & Denyer 1991 y Percy Denyer et al 1993.



GEOAMBIENTE S.A.

III- Formas de Remoción en Masa (FOR):

La poca vegetación, la gruesa capa de depósitos de regolitas, las condiciones climáticas, así como lo alterado y arcillificado de las rocas sedimentarias y volcánicas, aunado al régimen pluviométrico y estacional de la zona, se han generado capa de suelos inestables con evidentes problemas de erosión y inestabilidad en laderas, lo que se traduce en deslizamientos en masa de terrenos, ayudados por la tectónica y la actividad sísmica. El mejor ejemplo que se tiene en la región se ubica en el Alto del Tapezco.

Estos fenómenos principalmente se presentan, en las áreas de mayor pendiente de los cerros y en las cuencas profundas de los ríos Virilla y Bermúdez y Segundo.

El área del proyecto, se ubica en una porción de tierra plana, no se observan evidencias de conos de deyección.

5.3. Suelos:

Caracterización de los Suelos:

Por lo general los suelos se caracterizan dependiendo de la zona y la unidad litológica que conforma su entorno. En el área de estudio han evolucionado a partir de diferentes componentes litológicos presentes en el sitio, evolucionando a partir de antiguos depósitos volcánicos, (cenizas, ignimbritas y tobas de la Formación Tiribí) y depósitos coluvio aluviales del Pleistoceno).

Son suelos juveniles que no han tenido suficiente tiempo para desarrollarse. Aunque las condiciones climáticas, la topografía del área a jugado un papel muy importante en la evolución del régimen pedogenético y en la evolución edafológica.

De acuerdo con el grado de evolución nos permite la identificación de dos ordenes de suelo en el área: Inceptisoles y Vertisoles.

En termino generales el suelo más extendido, corresponde con un suelo limo - arcilloso arcillo - arenoso de color café marrón, oscuro, tipo Ustic Humitropept con alto contenido orgánico, plásticos, con una permeabilidad y porosidad moderada a alta, con tiempos de infiltración relativamente bajo.

GEOAMBIENTE S.A.

A lo largo del alineamiento del proyecto, los suelos se clasifican como vertisoles, cuyo suelo principal es típico pellustert, asociados con suelos ustic humitropept y vertic ustropept, descritos como arcillas expansivas, pesadas y adhesivas que se agrietan en verano, de color oscuro, seco por más de 90 días acumulativos. Algunos presentan menor contenido de arcillas 2:1 y otros de menor contenido de materia orgánica (grumosol y latosol pardo rojizo).

Según la clasificación de capacidad de uso de la tierra, las tierras en el sitio del proyecto son Clase IV, lo que significa que son tierras con severas limitaciones para la actividad agropecuaria, y requieren de un manejo muy cuidadoso.

La tierra se encuentra en pocas manos, y sub-utilizada. Debido al intenso desarrollo urbano en la zona, la actividad agrícola y ganadera, en esta zona ha venido decayendo pasando las tierras abandonadas o a desarrollos industriales o habitacionales.

El estudio realizado por la empresa Ingeotec S.A. indicó que los sondeos realizados arrojaron los siguientes resultados:

De acuerdo con los análisis geotécnicos elaborados por INGEOTEC S.A., del 11 de Junio 1 del 2003 Exp. IG 131-2003 del perfil de suelo en el área del proyecto Cuadro N° 2.

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro N° 2

**MODELO DE LA ESTRATIGRAFIA DEL SUELO DEL
PROYECTO, Sector Belen -Río Segundo:**

Capa 1	Suelos de consistencia rígida de calidad. Variable. Se presenta un suelo limo arcilloso de color café oscuro o negruzco. . Espesor variable entre 0.50 y 1.50 m.
Capa 2	Limo arcilloso tipo toba alterada de color claro, oscuro o grisáceo. Plasticidad media. Consistencia rígida. Aparece bajo la capa anterior y se extiende hasta la profundidad de -4.5 m investigada.

El nivel freático aparece a profundidad variable y en otros sondeos no se detectó (ver estudio anexo).

Las características geotécnicas del suelo pueden jugar un papel preponderante en el comportamiento del pavimento. Las arcillas expansivas como las observadas en el tramo de entre la Panasonic y el Matadero, repercuten negativamente sobre la compactación por los cambios de humedad por las variaciones estacionales.

Estos suelos saturados aumentan su volumen al disminuir su presión efectiva que actúa sobre el suelo. Este hinchamiento se atribuye a fenómenos elásticos. El aumento de volumen es particularmente importante en suelos que mantienen una estructura laminar expansiva entre los que se encuentra las mormorillonitas (SONSO CUITLE) y la vermiculita, donde el hinchamiento produce fenómenos físico químicos.

Las características del suelo que pueden influenciar su potencial de expansión / contracción se pueden resumir como sigue:

- Mineralogía de la arcilla: Los minerales arcillosos que causan el fenómeno son la montmorillonita y la vermiculitas.

GEOAMBIENTE S.A.

- Características químicas del agua: La presencia de ciertos cationes como el Na^+ en el agua resultará en mayor potencial de expansión en este tipo de suelos que la presencia de Mg^+ .¹
- Succión del suelo: La succión del suelo está relacionada con saturación, gravedad, tamaño geometría del poro, tensión superficial así como las características químicas de las partículas del suelo.
- La plasticidad del suelo, en general, es un indicativo del potencial de expansión del mismo. Suelos con límites líquidos altos poseen mayor potencial de expansión / contracción.
- Estructura: Las arcillas con estructuras floculadas tiende a ser más expansivas que aquellas con estructura dispersa. Debe tenerse presente que la estructura se ve alterada por el proceso de compactación.
- Densidad seca: Altas densidades secas se asocian con partículas que se encuentran más cerca, lo que a su vez se puede asociar con fuerzas repulsivas entre partículas mayores y por lo tanto, mayor potencial de expansión.¹

Aspectos Geotécnicos Generales:

De acuerdo a los resultados de la investigación de Geotecnia, como de los datos de la geología local y los resultados de las perforaciones, se pueden notar algunas condiciones generales a lo largo del corredor Belén - Río Segundo.

Se ha podido establecer que se presentan dos condiciones en el área:

Al inicio, hacia el sector de la entrada a en San Antonio, y al río La Fuente, se registran materiales de textura limo - arcilloso, posteriormente, hacia en norte, se encuentran los depósitos laháricos y finalmente materiales volcánicos (Lavas grises de la formación Bermúdez).

Las arcillas expansivas se asocian en este sector como el producto de la alteración de las ignimbritas.

Los depósitos que afloran a lo largo del proyecto son Lahares de textura variada e ignimbritas de condiciones físico mecánicas variables. En general se presentan masivas, con un perfil de alteración y meteorización, por

GEOAMBIENTE S.A.

lo que los cortes serán primordialmente en la zona de transición entre el suelo residual y la roca más sana. En general la roca posee condiciones de roca blanda fácilmente deleznable con equipo mecánico y neumático convencional.

Debido a que estos materiales son susceptibles a sufrir deterioro e inclusive, inestabilidad por efecto de las aguas de escorrentía superficial mal controladas, se deberán tomar medidas preventivas y correctivas para evitar estos efectos (drenajes, cunetas, caños).

Por la presencia de estructuras importantes en algunos sectores donde se deberán hacer cortes (Acceso a los puentes del río La Fuente y el río Segundo, así como en la intersección con la General Cañas), se deben prever obras de estabilidad que permitan realizar los cortes programados en cada situación en particular.

Usos del suelo:

Por sus características y origen son suelos muy fértiles, se han caracterizado por el uso intensivo en la siembra de café, con un poco y mala utilización en cultivos como frutales y hortalizas.

La tierra se encuentra en pocas manos, y sub-utilizada; debido al desarrollo urbano, la frontera agrícola del café, en esta zona ha venido decayendo pasando las tierras a desarrollos industriales o urbanísticos.

5.4. Clima:

Es la interacción de una serie de elementos (Temperatura, presión Atmosférica, Humedad, Vientos y Precipitación), que de acuerdo al comportamiento que presente permiten clasificar tipos y grupos de clima a escala regional o continental.

Características Regionales:

El área por su ubicación en el Valle Intermontano Central, tiene una influencia del Pacífico Central, presenta un clima con dos estaciones marcadas. Las lluviosas de mayo a octubre y la seca de diciembre a mediados de mayo, siendo los meses de abril y noviembre los meses de transición.

El clima en general se clasifica como Subtropical, Tropical Subhúmedo, con cinco a seis meses secos (ST/T: sh/5-6), con una precipitación media anual elevada y una Temperatura media superior a los 24 °C. Los parámetros climáticos del área de estudio son, una evapotranspiración potencial

GEOAMBIENTE S.A.

en el orden de los 1710 mm al año, un índice de humedad del 60 - 85 %, y un índice hídrico de 0.83 - 0.50, lo que caracteriza a la región, como tropical Subhúmedo.

De acuerdo con los datos registrados en las estaciones meteorológicas de la zona, el comportamiento de las variables es bastante homogéneo en cuanto a la temperatura, presión atmosférica brillo solar y viento. Esta región presenta menos días promedio de lluvia, mayor numero de horas de sol y una menor húmeda relativa, en un marco de temperaturas superiores a los 24 °C, con máximos de 32 °C y mínimas ligeramente superiores a los 20 °C. Siendo el mes más cálido Abril, mientras los meses menos calurosos son Septiembre y Octubre, según los datos de Instituto Meteorológico Nacional (IMN-2003).

Es evidente que la región presenta buenas condiciones climáticas, ya que las pocas variables presentadas a lo largo de los períodos, demuestran que durante la época seca, como la lluviosa, existen estabilidad y homogeneidad, con diferencias asociadas a la presencia de lluvias o no.

El área del estudio se ubica en el Valle central, región que comprende parte de las provincias de Alajuela, Heredia, San José y Cartago, donde predomina el tipo de clima cálido lluvioso. La temperatura promedio anual en el valle varía entre los 17.5 y 22.5 ° C disminuyendo con la elevación hacia las zonas montañosas, pero en general se mantiene constante a través del año.

Sobre el valle propiamente dicho, la precipitación promedio anual varía entre 1.500 y 2.500 mm. La distribución de la precipitación es tipo pacífico; sobre el valle se observa una época seca que se extiende desde diciembre hasta abril y una época lluviosa de mayo a noviembre. Durante los meses de julio y agosto se da el "veranillo", el cual puede durar de una a tres semanas con escasas lluvias.

La humedad relativa promedio anual es de 82%, variando muy poco durante el año, siendo la época lluviosa de mayor humedad relativa.

Durante la estación seca, de diciembre a abril, el viento predominante en el Valle es el Alisio, con dirección noreste. Estos vientos tienen las velocidades más altas que se producen en el año, especialmente en enero, febrero y marzo, donde alcanzan entre 13 y 14 kilómetros por hora en promedio. En los meses de estación lluviosa el Alisio predomina durante las mañanas, pero durante la tarde se

GEOAMBIENTE S.A.

presentan Vientos del oeste y suroeste provenientes del Pacífico.

Los datos específicos de las estaciones Santa Ana, Pavas y el coco, monitoreadas por el Servicio Meteorológico Nacional muestra un comportamiento típico del valle central occidental, caracterizado por un clima más benigno y soleado. Estas estaciones se encuentran a cerca de 1100 msnm, un poco más bajo que la ciudad de San José, y alejadas de los pasos montañosos del atlántico donde se condensa la lluvia y la humedad.

Los datos climáticos muestran un comportamiento bimodal de la precipitación, con una época seca de noviembre a abril donde los promedios mensuales son cercanos o inferiores a 100 mm de lluvia, mientras que de mayo a octubre la lluvia excede los 150 mm considerándose como época lluviosa. Una canícula ocurre en julio, denominada veranillo de San Juan con días de poca lluvia.

La temperatura media promedia, así como la máxima y mínima, no presentan variaciones estacionales, manteniéndose estable a través del año. Las diferencias en cuanto a percepción de ambiente caluroso, coincide con la época seca, donde la nubosidad es nula. La diferencia entre las máximas y mínimas es poca, por lo que las variaciones diurnas - nocturnas no implican una planificación estructural considerable.

Los valores de humedad relativa oscilan entre los 69% y 82% con pocas variaciones, pero a pesar de ser altos, la ubicación del proyecto en una zona abierta y expuesta a las brisas permiten esperar que aunado al diseño del proyecto, la humedad no sea un factor agobiante que disminuya los niveles de confort y la calidad del micro ambiente.

Las horas de brillo solar, entre 4 y 8 horas diarias de promedio, indican un elevado nivel de insolación en época seca, y moderado en la estación lluviosa.

Los valores de velocidad del viento son bimodales, con una época donde la brisa es moderada con valores inferiores a 40 km/hora definida entre abril y noviembre, principalmente por la influencia de los alisios. A partir de diciembre los vientos del norte aumentan los valores de la velocidad del viento llegando a variar entre los 40 y los 60 km/hora, prolongándose hasta el mes de marzo. Sin embargo, en el ámbito general los vientos son moderados y con una dirección predominante del este.

GEOAMBIENTE S.A.

En resumen, los datos climatológicos sugieren que durante la construcción de un proyecto de este volumen, el movimiento de tierra en época seca puede implicar la generación de polvo en dirección al este, donde sin embargo, no afectará poblaciones considerables.

En la época lluviosa los contratiempos por la precipitación no serán de gran importancia, más aún considerando que los terrenos son planos levemente ondulados por lo que el riesgo de acarreo de sedimentos por escorrentía pluvial es reducido a la etapa de movimientos de tierra.

Por encontrarse AP en un área abierta la circulación de los vientos genera una renovación de las masas de aire produciendo una remoción de la polución o polvos generados por el tránsito de vehículos de acarreo y las obras. No se observan fábricas o industrias que generen humos, partículas o malos olores que afecten al entorno inmediato.

La naturaleza del proyecto no modificará la calidad del aire, salvo por la generación posible de ruidos y humos en etapa constructiva, y en etapa operativa no habrá modificaciones sustanciales por efecto de aumento de tránsito, que será moderado en esta radial, ya que los emisores de polución ambiental están bajo control del Estado.

El área donde se ubica el proyecto es caracterizada por su ubicación cercana a los 1000 msnm, en el rango de precipitaciones medias anuales acumuladas entre los 1000 y 2000 mm de lluvia, y una temperatura media diaria de 20 a 22 °C.

5.5. Hidrología:

5.5.1. Aguas superficiales.

El régimen hídrico del área de estudio esta definido por la estacionalidad de las lluvias y la estructura del Valle Central. Esto da origen a una red hídrica tipo rectangular con flujos de aguas profundos. Esta red de drenaje, es consecuencia directa del tectonismo y lo poco consolidados de los sedimentos volcánicos, fáciles de erosionar.

En términos generales, los cauces principales son profundos, bien desarrollados, con buenos caudales de escorrentía de canal durante casi toda las épocas del año.

GEOAMBIENTE S.A.

El principal sistema fluvial que domina el área del proyecto (radial San Antonio - Río Segundo), lo constituyen los ríos Virilla, con sus afluentes el Río Segundo, así como la quebrada Fuente. Estos en general fluyen con una gradiente hacia al Suroeste, que es el patrón general de escorrentía superficial en toda el área de interés.

Los ríos Segundo y Virilla constituyen los principales sistemas fluviales del área, por donde pasa el lineamiento de la Radial. Sus cuencas tienen una forma alargada y estrecha, lo que genera un alto valor de índice de forma.

Las características morfométricas de estos ríos, evidencian un comportamiento de torrente. Las cuencas superiores son quebradas, presentan una topografía abrupta, alargada y estrecha, debido a la conformación de los edificios volcánicos. Las cuencas media e inferior, están conformadas por estrechos cauces, labrados en los depósitos volcánicos principalmente de avalancha ardiente de la Formación Tiribí.

Las Quebrada Fuente constituye el desagadero natural del la Fuente de Ojo de Agua, cuyas aguas fluyen con una gradiente alta al oeste. Su cuenca tributaria es poco extensa, poco desarrollada, con bajo índice de cobertura, por lo que su índice de forma acusa la cualidad de transferir bajos caudales de escorrentía.

No obstante la longitud de los cauces, el tamaño de las cuencas captan un buen volumen de aguas pluviales, debido a los altos valores de precipitación (146 a 184 mm/hora). Por lo que se presenta valores extraordinarios de escorrentía superficial, que se concentran en un periodo de tiempo muy corto, debido a la conformación de los terrenos y a la gradiente; unifican, aguas de arrollada que se desarrollan sobre los terrenos altos, encausando flujo relativamente alto durante la existencia de lluvias importantes, Esto puede generar efectos importantes de erosión y desbordamiento en las márgenes, de puentes, cabezales, drenajes y cunetas, si no se toman las medidas de mitigación necesarias en la temporada de lluvias.

De acuerdo con al estudio del Diseño Referencial y Estudio de Factibilidad para la Concesión de Obra con Servicio Público de la Radial San Antonio - Río Segundo y en el marco de este estudio:

GEOAMBIENTE S.A.

Aspectos Generales:

El objeto del siguiente análisis consiste en la obtención de los caudales máximos de los distintos cauces que cruzan la vía (Hidrología), el análisis de las obras de drenaje y caudales de diseño resultantes (hidráulica).

Para ello ha sido necesario establecer la metodología de distintas categorías de cauces las cuales se originarán, según la importancia de los mismos, y de acuerdo a los distintos estudios hidrológicos e hidráulicos estudiados.

Tipificación de los cursos de agua:

Para tal efecto, en los estudios de drenajes de la carretera, se han empleado planos a distintas escalas:

1:200.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.
1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.
1:10.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.
1:1.000 obtenido para el presente Estudio a partir del vuelo
1:5.000.

Basándose en esto se ha establecido la siguiente tipificación de cauces:

- Grandes ríos: grandes cuencas con una estructura ramificada que drena un área apreciable (superficies superiores a los 100 Km²).
- Pequeños ríos: cauces que drenan áreas superiores a los 10 Km², y que no son grandes ríos.
- Pequeñas cuencas: pequeñas barranqueras sin cauce apreciable, que drenan superficies inferiores a los 10 Km².

Metodología básica para las distintas alternativas:

Como ya se ha indicado anteriormente, dependiendo de la categoría del cauce los estudios hidrológicos a realizar serán diferentes, siendo estos los siguientes:

Grandes ríos: métodos hidrológicos completos mediante el empleo del programa HEC-1.

Pequeños ríos: métodos hidrológicos simplificados (método racional).

GEOAMBIENTE S.A.

Pequeñas cuencas: métodos hidrológicos simplificados, es decir, método racional. Donde se tendrá en cuenta lo especificado en los documentos: "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y "Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas menores para carreteras", ya que como se indica en dichos documentos el ámbito de aplicación de los mismos es para obras de drenaje menores y para cuencas de menos de 10 Km² de superficie.

De igual forma, la metodología empleada en el análisis hidráulico varía según la entidad del cauce. Para lo cual los procedimientos llevados a cabo son:

- ✚ Grandes ríos: estudio de la capacidad del puente, con caudales de diseño de 500 años de periodo de retorno, empleando para ello el programa HEC-2.
- ✚ Pequeños ríos donde la obra de drenaje existente sea un puente: análisis de la capacidad del puente, con caudales de diseño de 100 años de periodo de retorno, mediante el empleo del programa HEC-2.
- ✚ Pequeños ríos cuya obra de drenaje no sea un puente y pequeñas cuencas: predimensionamiento del drenaje transversal necesario, con caudales de diseño de 100 años de periodo de retorno. Teniendo en cuenta a la hora del predimensionamiento lo especificado en los documentos: "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y "Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas menores para carreteras".

El periodo de retorno de 500 años adoptado para grandes ríos como el Virilla, ya se debe a que se trata de cuencas de gran tamaño, donde es previsible que se obtengan caudales muy elevados, y donde es aconsejable realizar el estudio de las mismas para un periodo de retorno elevado.

En el caso de cuencas como el Río Segundo, cuya obra de drenaje es un puente, el periodo de retorno adoptado es de 100 años, ya que aun siendo cuencas de gran tamaño no alcanzan la importancia que las catalogadas como grandes ríos.

Para pequeños ríos cuya obra de drenaje no sea un puente y para pequeñas cuencas se ha adoptado el periodo de retorno de 100 años, aconsejado en el documento mencionado anteriormente. En él se recomienda que para drenajes

GEOAMBIENTE S.A.

menores que se diseñen para un periodo de retorno de 20 años deben ser revisados por medio del método de control a la entrada para un periodo de retorno de 100 años. A la hora de realizar el predimensionamiento se demuestra que prácticamente todas las cuencas quedan condicionadas por el control a la entrada.

En el entorno del proyecto la única cuenca que se encuentra lo suficientemente instrumentada es la perteneciente al río Tárcoles, aguas abajo de la confluencia del río Virilla y el río Grande, donde se tienen datos de 1 estación de aforos. Por tanto, se realizará un estudio hidrológico detallado de la misma mediante el método hidrometeorológico.

Estos resultados del estudio, se extrapolarán al resto de los cauces.

Estudio de precipitaciones máximas

Recopilación de datos y selección de los mismos:

El análisis para la definición de las precipitaciones máximas más probables dentro de la zona, parte de los datos de precipitaciones obtenidos por las estaciones pluviométricas en el área de interés. Para lo que se trabajaron con las precipitaciones máximas mensuales en 24 h de un total de 15 estaciones pluviométricas que, por su proximidad a la traza y por sus características, pudieran ser representativas. De las 15 estaciones mencionadas tan solo 8 aportan un número suficiente de datos para poder asegurar la fiabilidad de los resultados del análisis estadístico. Debido a ello y a la dificultad para recopilar más datos, se recuperaron los valores de precipitaciones máximas anuales en 24 h de 26 estaciones más, que se incluyen en el documento "Estudio de Intensidades de Lluvia en la Cuenca del Río Virilla" realizado por Rafael Eduardo Murillo Muñoz, y que se situaban dentro de la zona a estudio.

En el Cuadro siguiente se muestran las estaciones, en el cuadro subsiguiente se detalla para cada estación, por meses, la precipitación máxima en 24 h de las estaciones con datos mensuales. Los años incompletos corresponden a aquellos que presentan series de datos inferiores a 10 meses, y no son utilizados en el análisis estadístico. Se han tomado años naturales (de enero a diciembre) y no hidrológicos (de mayo a abril), con el fin de que el estudio estadístico sea con valores de lluvia homogéneos, ya que los valores de las estaciones con datos anuales son de enero a diciembre. En la tabla 6.2. se muestran los

GEOAMBIENTE S.A.

valores de las precipitaciones máximas anuales de las estaciones restantes.

Cuadro No 2. ESTACIONES CON DATOS DE PRECIPITACIONES

NOMBRE	LONGITUD			LATITUD			ALTITUD
PAVAS	84° 08'	84.08	84.13	09° 58'	9.58	9.97	997
SAN JOSÉ	84° 05'	84.05	84.08	09° 56'	9.56	9.93	1,172
SAN JOSECITO	84° 02'	84.02	84.03	10° 01'	10.01	10.02	1,450
SABANA NORTE	84° 06'	84.06	84.10	09° 56'	9.56	9.93	1,120
A.J. SANTAMARÍA	84° 12'	84.12	84.20	10° 00'	10.00	10.00	932
EMBALSE LA GARITA	84° 21'	84.21	84.35	09° 57'	9.57	9.95	460
COOP. CAFÉ, NARANJO	84° 23'	84.23	84.38	10° 07'	10.07	10.12	1,100
VARA BLANCA	84° 09'	84.09	84.15	10° 10'	10.10	10.17	1,804
SANTA LUCÍA	84° 07'	84.07	84.12	10° 01'	10.01	10.02	1,200
SABANILLA	84° 03'	84.03	84.05	09° 57'	9.57	9.95	1,200

Cuadro de detalle:

NOMBRE	LONGITUD			LATITUD			ALTITUD	AÑOS REGISTRADOS	AÑOS COMPLETOS	ESTACIONES VÁLIDAS
MOZOTAL	84° 02'	84.02	84.03	09° 58'	9.58	9.97	1,300	15	10	☐☐
PAVAS	84° 08'	84.08	84.13	09° 58'	9.58	9.97	997	25	23	✓☐
RANCHO REDONDO	83° 57'	83.57	83.95	09° 57'	9.57	9.95	1,780	49	44	✓☐
SAN JOSÉ	84° 05'	84.05	84.08	09° 56'	9.56	9.93	1,172	46	45	✓☐
SAN JOSECITO	84° 02'	84.02	84.03	10° 01'	10.01	10.02	1,450	29	29	✓☐
TIBAS	84° 05'	84.05	84.08	09° 58'	9.58	9.97	1,162	18	10	☐☐
SABANA NORTE	84° 06'	84.06	84.10	09° 56'	9.56	9.93	1,120	27	23	✓☐
LA CAJA	84° 10'	84.10	84.17	09° 57'	9.57	9.95	1,000	24	16	☐
LA MARAVILLA	84° 13'	84.13	84.22	10° 02'	10.02	10.03	940	8	5	☐
EL DESCANSO	84° 17'	84.17	84.28	10° 01'	10.01	10.02	800	21	10	☐
SUBESTACIÓN NARANJO	84° 23'	84.23	84.38	10° 06'	10.06	10.10	1,020	15	3	☐
SUBESTACIÓN SAN RAMÓN	84° 28'	84.28	84.47	10° 05'	10.05	10.08	1,061	23	7	☐
EL MESÓN	84° 18'	84.18	84.30	10° 05'	10.05	10.08	1,120	6	2	☐
SANTO DOMINGO DEL ROBLE	84° 10'	84.10	84.17	10° 04'	10.04	10.07	1,320	42	36	✓☐
VOLCÁN POÁS	84° 14'	84.14	84.23	10° 11'	10.11	10.18	2,564	28	23	✓☐
ESTACIONES CON DATOS MÁXIMOS ANUALES EN 24 h										
LA ARGENTINA	84° 21'	84.21	84.35	10° 02'	10.02	10.03	760		21	☐
ATENAS, SABANA LARGA	84° 23'	84.23	84.38	09° 59'	9.59	9.98	696		21	☐
AVANCE DE TRES	83° 58'	83.84	84.40	09° 56'	9.56	9.93	1,870		21	☐

GEOAMBIENTE S.A.

RÍOS										
HDA. CONCEPCIÓN	84° 00'	84.00	84.00	09° 55'	9.55	9.92	1,320		20	□
LORNESSA, SANTA ANA	84° 11'	84.11	84.18	09° 56'	9.56	9.93	909		19	□
TURRUCARES	84° 19'	84.19	84.32	09° 58'	9.58	9.97	639		19	□
A.J. SANTAMARÍA	84° 12'	84.12	84.20	10° 00'	10.00	10.00	932		21	□
FABIO BAUBRIT	84° 16'	84.16	84.27	10° 01'	10.01	10.02	840		21	□
HDA. OJO DE AGUA	84° 13'	84.13	84.22	09° 56'	9.56	9.93	850		21	□
LAGUNA DE FRAIJANES	84° 11'	84.11	84.18	10° 05'	10.05	10.08	1,500		14	□
EMBALSE LA GARITA	84° 21'	84.21	84.35	09° 57'	9.57	9.95	460		21	□
LOS SITIOS	84° 03'	84.03	84.05	09° 59'	9.59	9.98	1,290		21	□
SALITRAL	84° 10'	84.10	84.17	09° 55'	9.55	9.92	1,100		21	□
SACRAMENTO	84° 07'	84.07	84.12	10° 06'	10.06	10.10	2,260		20	□
VILLA COLÓN	84° 15'	84.15	84.25	09° 55'	9.55	9.92	700		21	□
TELÉGRAFO BARVA	84° 07'	84.07	84.12	10° 05'	10.05	10.08	1,177		18	□
LOS CARTAGOS	84° 10'	84.10	84.17	10° 09'	10.09	10.15	2,050		21	□
EL ENCIERRO	84° 03'	84.03	84.05	10° 02'	10.02	10.03	1,530		18	□
ZURQUI	84° 01'	84.01	84.02	10° 02'	10.02	10.03	1,500		20	□
LAS NUBES	83° 58'	83.58	83.97	09° 59'	9.59	9.98	1,850		20	□
COOP. CAFÉ, NARANJO	84° 23'	84.23	84.38	10° 07'	10.07	10.12	1,100		20	□
EL GALLITO	84° 05'	84.05	84.08	10° 06'	10.06	10.10	2,120		18	□
BIRRI	84° 08'	84.08	84.13	10° 04'	10.04	10.07	1,400		18	□
SCOTT PAPER	84° 11'	84.11	84.18	09° 59'	9.59	9.98	920		17	□
E.C. GANADERÍA	84° 24'	84.24	84.40	09° 57'	9.57	9.95	450		16	□
VARA BLANCA	84° 09'	84.09	84.15	10° 10'	10.10	10.17	1,804		23	□

NUMERO TOTAL DE ESTACIONES RECOPIADAS: 41
NUMERO TOTAL DE ESTACIONES VÁLIDAS: 34
Años completos: 10 meses o más registrados
Estación válida: 14 años o más registrados

Para el análisis estadístico se tomaron en cuenta todas las estaciones enumeradas en el cuadro de detalle, a excepción de: Mozotal, Tibas, La Maravilla, El Descanso, Subestación Naranjo, Subestación San Ramón y El Mesón, debido al reducido número de años completos.

Análisis de correlaciones:

Debido a que existen áreas importantes en la zona a estudio vacías de pluviómetros no resulta fiable el empleo de métodos de polígonos, por lo que en el presente apartado se analizarán las posibles relaciones entre las precipitaciones (media, desviación típica y coeficiente de

GEOAMBIENTE S.A.

variación), y la ubicación de las estaciones (longitud, latitud y cota).

El número de estaciones disponibles es de 15. En el cuadro anterior se muestran los datos de partida para el análisis de correlaciones.

En el análisis de las posibles relaciones entre la longitud, latitud y altitud, con la media de las precipitaciones observadas en cada estación. Existe, una relación clara a primera vista entre la media y las coordenadas de la estación pluviométrica.

También se observó que las isolíneas de la media, desviación típica y coeficiente de variación, respectivamente, sobre el plano de situación (longitud-latitud) de las estaciones pluviométricas que las estaciones con un valor de latitud por encima de 10° 05' dan lugar a isolíneas bastante uniformes.

De los resultados se desprende lo siguiente:

Que la mejor correlación entre las coordenadas de las estaciones y las variables estadísticas para el conjunto de estaciones analizadas corresponde a la media y la desviación típica con la altitud, longitud y latitud al cubo. Por lo que las expresiones resultantes son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Media} &= 2,96315 \text{ E}10^{-9} * \text{Altitud}^3 + 0,00164 * \text{Longitud}^3 \\ &+ 0,270424 * \text{Latitud}^3 - 1172,300138 \\ \text{D. Típica} &= 4,15368 \text{ E}10^{-9} * \text{Altitud}^3 + 0,001766 * \text{Longitud}^3 \\ &+ 0,042881 * \text{Latitud}^3 - 1085,078612 \end{aligned}$$

Con ambas expresiones es posible establecer una relación entre la precipitación y la altitud, latitud y longitud para la cuenca del río grande y a la vez para el área de estudio:

$$P(t) = \mu + K \cdot \sigma$$

Siendo:

P(t): precipitación en función del periodo de retorno.
μ: media (relacionada con la altitud, longitud y latitud).
K: coeficiente que depende del periodo de retorno

GEOAMBIENTE S.A.

$$K = - \left[0,45 + 0,7797 \operatorname{Ln} \left(- \operatorname{Ln} \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right) \right]$$

Siendo T: periodo de retorno (años).

σ : Desviación típica (relacionada con la altitud, longitud y latitud).

Caracterización física de las cuencas vertientes

Definición de las cuencas vertientes:

La definición de las cuencas vertientes se ha realizado fundamentalmente sobre planos a escala 1:50.000 y 1:10.000

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	SUP. (Km ²)	LONG. Cauce (Km)	PDTE · Cauce (%)	T _C (h)	Coefficiente Escorrentía	P _d (mm)	I _d (mm/h)	I _t /I _d	I _t (mm/h)	Q (m ³ /s)
Intercambio San Antonio	5+200	PC	0.400	0.8	2%	0.28	0.72	131	5.5	22.8	124.9	10.0
Quebrada Fuente	5+ 840	PC	2.136	3.0	3%	0.51	0.79	119	4.9	18.0	88.9	41.6
Río Segundo	6+ 120	PR	54.790	19.0	8%	3.20	0.82	171	7.1	6.6	47.1	551.6
Intercambio General Cañas (eje SN-125)	8+000	PC	0.400	0.8	2%	0.28	0.72	131	5.5	22.8	124.9	10.0

editados por el Instituto Geográfico Nacional, completándose con planos a escala 1:200.000.

En la Figura siguiente quedan definidas las vertientes a lo largo de la traza de la autopista, estas por su tamaño (en los planos a escala 1:50.000 se observan las cuencas que por su gran tamaño quedan fuera de los límites de los planos a mapas a escala 1:10.000).

Las cuencas se han caracterizado por su superficie (obtenida por medición directa), longitud del cauce, cota máxima y mínima del mismo y cota máxima de la cuenca.

Intercambio General Cañas (eje SN-125)	8+000	PC	0.400	0.8	2%	0.28	0.72	131	5.5	22.8	124.9	10.0
--	-------	----	-------	-----	----	------	------	-----	-----	------	-------	------

GR: gran río, GRP (puente): PR pequeño río con puente, PRP: pequeño río, PC: pequeña cuenca
 Periodo de retorno de diseño: GR:500 años; Resto de cuencas: 100 años

GEOAMBIENTE S.A.

Tiempo de concentración:

La duración del aguacero máximo a considerar se establece en función del tiempo de concentración de la cuenca, para lo cual se han ensayado tres fórmulas distintas.

• *U.S. Corps of Engineers SIMPLIFICADO*

$$T_c = 0,3 \left[\frac{L}{j^{1/4}} \right]^{0,76}$$

Siendo: T_c : tiempo de concentración (horas).
L: Longitud del curso principal (Km).
j: Pendiente del curso principal (m/m).

Esta fórmula simplificada se obtiene como se indica a continuación:

La fórmula propuesta por U.S. Coprs of Engineers es:

$$T_g = 0,164 \left[\frac{LL_c}{j^{1/2}} \right]^{0,38}$$

Siendo:

T_g : Tiempo de retraso que separa el centro de gravedad de un hietrograma y el del hidrograma superficial correspondiente (horas).

L: Longitud del curso principal (Km).

L_c : Distancia a lo largo del curso principal, desde el punto más próximo al centro de gravedad de la cuenca hasta el punto de desagüe (Km).

j: pendiente del curso principal (m/m).

Experimentalmente se ha visto que la relación L_c/L tiene un valor medio de 0,5. También se ha observado que en cuencas naturales el valor de T_g/T_c es constante, en torno a 0,45. Introduciendo estos valores en la fórmula anterior se obtiene la fórmula simplificada propuesta en el presente estudio.

• *CALIFORNIA*

$$T_c = \left[\frac{L^3}{H} \right]^{0,385}$$

Siendo: T_c : tiempo de concentración (horas).
L: longitud del curso principal (Km).

GEOAMBIENTE S.A.

H: desnivel máximo de la cuenca (m).

- La fórmula propuesta en los documentos: "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y "Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas menores para carreteras". Arroja resultados ligeramente inferiores a la fórmula de California.

$$T_c = 0.946 \left[\frac{L^3}{H} \right]^{0.385}$$

Siendo: T_c : tiempo de concentración (horas).
L: longitud del curso principal (Km).
H: desnivel máximo de la cuenca (m).

Se adopta como tiempo de concentración de la cuenca lo siguiente:

Grandes ríos y pequeños ríos: se adopta el valor resultante del promedio de los obtenidos a partir de las fórmulas de California y del U.S. Corps of Engineers simplificado. Para cuencas relativamente grandes, la fórmula de California subestima el valor del tiempo de concentración, dando como resultado valores más próximos al tiempo de retraso (T_g), resultando, por tanto, inapropiada para el cálculo del tiempo de concentración, mientras que la fórmula del U.S. Corps of Engineers se ajusta a los datos experimentales realizados. Aun así, y como con la fórmula de California se obtienen valores del tiempo de concentración menores (mayores intensidades) se adopta un valor intermedio entre ambas fórmulas.

Para el resto de las cuencas (pequeñas cuencas): se adopta el valor obtenido mediante la fórmula propuesta por los documentos "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y su revisión posterior. El tiempo de concentración mínimo es de 5 minutos.

Caracterización Hidrológica

a. *Números Índice.*

La caracterización de las condiciones de la cuenca para la infiltración se realizó siguiendo el método del U.S. Soil Conservation Service del número de curva.

La determinación del número de curva de cada cuenca se realizó mediante la interpretación de la cartografía geológica y de vegetación y usos de suelos existentes. Siendo los mapas y métodos empleados los siguientes:

GEOAMBIENTE S.A.

Inspección de campo.

Mapa de Cobertura de la tierra del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Investigaciones Agropecuarias, Departamento de Suelos y Evaluación de Tierras.

Mapa Geológico de Costa Rica, escala 1:200.000 del Ministerio de Industria, Energía y Minas.

Mapa Geológico de Costa Rica, escala 1:750.000 del Ministerio del Ambiente y Energía.

A partir de estos datos, y considerando unas condiciones de precipitación medias, y se le asigna un número índice deducido de la tabla empírica establecidas. Este valor se puede ver en el Cuadro de cuencas, para cada cuenca analizada

b. Coeficiente de Escorrentía.

El cálculo del valor del coeficiente de escorrentía es necesario en los casos en que se hace empleo del método racional, es decir, en todas las cuencas a estudio a excepción de los grandes ríos y pequeños ríos con puente.

En el documento "*Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas para carreteras*", se indican cuatro métodos para la obtención del coeficiente de escorrentía:

Método de la tesis del Ingeniero Ramiro Gamboa mediante un nomograma para cuencas, del año 1.969 (en función del tipo de terreno).

Método del manual de drenajes para carreteras del estado de Maryland, similar al propuesto por el U.S. Soil Conservation Service (en función del tipo de terreno y del periodo de retorno).

Método propuesto por Rivas Mijares, indicando que no es aconsejable (en función del tipo de terreno y de la duración de la lluvia).

Método propuesto por las Normas AyA-78, que tampoco se recomienda en dicho documento (en función del tipo de terreno y de la duración de la lluvia).

A continuación se describe la metodología seguida en el presente Estudio basado en los principios del Soil Conservation Service, más completo que los propuestos en el mencionado documento, ya que además del tipo de terreno, se

GEOAMBIENTE S.A.

tiene en cuenta el periodo de retorno y duración de la lluvia.

Conocidos los valores del número índice para cada subcuenca es posible obtener la máxima retención mediante la fórmula del Soil Conservation Service:

$$S = 254 * (100/N-1)$$

Siendo: S: máxima retención posible (mm)
N: número índice (pulgadas)

Se ha observa que, para una precipitación máxima igual a la precipitación diaria, la relación entre S (máxima retención posible) y P_0 (umbral de escorrentía o cantidad de lluvia caída antes de que se inicie la escorrentía) es la siguiente:

$$P_0 = 0.25 * S$$

El coeficiente de escorrentía instantáneo se obtiene derivando la siguiente expresión:

$$C = dE/dP = d(E/P_0)/d(P/P_0)$$

Siendo: E: escorrentía (mm)
P: precipitación (mm).
 P_0 : umbral de escorrentía

El valor de E se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$E = (P - P_0)^2 / (P + 4 * P_0)$$

Sustituyendo en la fórmula del coeficiente de escorrentía se deriva lo siguiente:

$$C = (P/P_0 - 1) * (P/P_0 + 9) / (P/P_0 + 4)^2$$

Se ha comprobado en distintas estaciones pluviométricas que en valores medios puede admitirse una ley lineal del tipo:

$$(P) \text{ máx. intensidad} = b * P_d$$

Donde "b" es un parámetro que refleja la posición relativa del intervalo de máxima intensidad dentro del pluviograma diario, y puede admitirse que toma un valor de 0,50. Por

GEOAMBIENTE S.A.

tanto, el valor del coeficiente de escorrentía quedaría en función de la precipitación diaria.

Aun así, esta ley resultante del coeficiente de escorrentía debe ser corregida en los casos de pequeñas precipitaciones, con el fin de que la escorrentía en tales casos no sea nula. Esta corrección da lugar a la fórmula empleada en el presente Estudio, propuesta en el documento "Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas" del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente de España.

$$C = (P_d/P_0 - 1) * (P_d/P_0 + 23) / (P_d/P_0 + 11)^2$$

Donde: C: coeficiente de escorrentía.
P_d: precipitación diaria (mm).
P₀: umbral de escorrentía (mm).

En la tabla 7.4. se muestran los resultados obtenidos. Comparándolos con los dos métodos aconsejados en el documento "Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas para carreteras" cabe comentar lo siguiente:

Según la tesis del Ingeniero Gamboa los coeficientes resultantes son menores, sobre todo en zonas rurales.

Según el manual de drenajes para carreteras del estado de Maryland (que parece ser el método más detallado), para tormentas de más de 25 años de periodo de retorno, y entrando en la tabla para terrenos con cultivos en surcos y un tipo de suelo D (que resulta ser la mayor parte del área a estudio), los coeficientes de escorrentía que resultan rondan valores de 0,82. En el caso de terrenos urbanos se obtienen valores de 0,9.

Por tanto, a la vista de lo anterior se consideran válidos los resultados obtenidos para el coeficiente de escorrentía del río Segundo.

GEOAMBIENTE S.A.

CUENCA	D.O.	Tipo de cuenca	N.I. número de curva (pulgadas)	S (254(100/N-1)) Máxima retención (mm)	P ₀ (0,25*S) (mm)	P _d (mm)	P _d /P ₀ (mm)	Coficiente de Escorrentía
Río Segundo	14+110	PR (puente)	86.3	40	10	171	16.94	0.82

GR: gran río, PR (puente): pequeño río con puente, PR: pequeño río, PC: pequeña cuenca

Obtención de datos de aguaceros de distintas duraciones:

a. metodología

Este estudio se ha realizado a partir de los datos aportados por el documento "Estudio de Intensidades de Lluvia en la Cuenca del Río Virilla", en el mismo se aportan datos de intensidades para distintos periodos de retorno y distintas duraciones de aguacero, de un total de 10 estaciones pluviométricas situadas en el área a estudio. En la cuadro No 3. se incluye la relación de estaciones, y queda reflejada la situación de las mismas.

Conocida la relación entre la intensidad de duración t y la intensidad de 24 h, es posible obtener la curva que relaciona la duración del aguacero con la intensidad.

Finalmente, y conocida ya la duración del aguacero pésimo (tiempo de concentración) de cada cuenca, es posible obtener la relación I_t/I_{24} para cada cuenca vertiente.

b. Comparación de resultados con otros métodos

Curvas IDF del "Estudio de Intensidades de Lluvia en la Cuenca del Río Virilla"

En el "Estudio de Intensidades en la Cuenca del Río Virilla" se obtienen las curvas IDF en las estaciones de: San José, A. J. Santamaría, E. La Garita, San Josecito, Pavas, Coop. Café Naranja, Sabana Norte, Santa Lucía, Sabanilla y Vara Blanca. Las estaciones de A. J. Santamaría y Pavas se sitúan muy cercanas a la carretera y por tanto, cercanas a algunas de las cuencas analizadas en el estudio.

La estación de A. J. Santamaría se encuentra entre los cruces los ríos Segundo y Ciruelas. Según la curva IDF de la citada estación, para una lluvia de 10 minutos de

GEOAMBIENTE S.A.

duración y un periodo de retorno de 10 años, la intensidad resultante es de 160 mm/h. Según los resultados obtenidos, para la misma duración de aguacero e igual periodo de retorno, la intensidad resultante es de 145 mm/h.

La estación Pavas se encuentra entre los cruces de los ríos Virilla y Bermúdez con la carretera. De acuerdo con las curvas IDF del estudio de la cuenca del río Virilla, para una lluvia de 10 minutos y un periodo de retorno de 10 años, la intensidad resultante es de 140 mm/h. La misma intensidad resulta para un aguacero de idénticas características según el análisis propuesto en el presente anexo.

Relaciones PDF del "Estudio de Intensidades de Lluvia en la Cuenca del Río Virilla"

Los valores deducidos en dicho estudio son los siguientes:

Precipitaciones máximas en 24 h para varias estaciones pluviométricas y para varios periodos de retorno.

Relación $P_1^{10} / P_{24}^{10} = 0,66$ (precipitación de 1 y 24 h de duración para 10 años de periodo de retorno).

Relaciones de precipitaciones en el tiempo t a precipitación en 1 h.

Relaciones de precipitaciones de periodo de retorno T en 1 h, a precipitación máxima esperada en 10 años, 1 h.

Con todos estos datos es posible conocer la precipitación para distintos periodos de retorno y duraciones de aguacero, y con ellas los valores de la intensidad, En el apéndice 6 se incluyen las tablas de resultados incluidos en el estudio.

Según la metodología propuesta en dicho estudio, tanto en la estación de A. J. Santamaría como en la de Pavas, para una lluvia de 10 minutos de duración y 10 años de periodo de retorno, la intensidad resultante es de 127 mm/h, algo inferior a la deducida en el presente anexo: 145 mm/h para A. J. Santamaría y 140 mm/h para Pavas.

Según lo indicado en el apartado anterior tanto las curvas IDF como las relaciones PDF arrojan valores de intensidades similares a los que se obtienen de las hipótesis expuestas en el presente anexo. En cambio, las intensidades que se obtienen con la metodología del documento de diseño de drenajes menores de carreteras presentan diferencias bastante apreciables.

GEOAMBIENTE S.A.

Aun así, se suponen válidos los valores que se deducen del presente estudio ya que se parte de datos más actuales (el mapa de isoyetas se realizó en el año 1.969) y coincide con dos métodos más (curvas IDF y relaciones PDF).

Análisis hidrológico de los pequeños ríos, pequeñas cuencas y puntos bajos.

El cálculo del caudal se realiza mediante el método hidrometeorológico, que determina el caudal mediante la fórmula racional:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A \cdot K}{3,6}$$

Donde: Q: caudal de diseño (m³/s)
siendo el periodo de retorno del diseño de 100 años

C: coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación (mm/h)

A: Superficie de la cuenca (Km²)

K: Factor de simultaneidad

Pequeños ríos = 1 - Log (S) / 30,8

Resto de cuencas = 1

Los resultados obtenidos se incluyen en el Cuadro No 4.

Análisis de drenaje transversal:

En el "Diseño hidrológico e hidráulico de drenajes menores de carreteras" y "Revisión de métodos de diseño hidrológico e hidráulico de alcantarillas menores para carreteras se recomiendan tres metodologías a seguir para la evaluación de drenajes en carreteras:

Método del flujo libre

Método de control a la entrada

Método de control a la salida

Estos tres métodos se basan en la obtención del diámetro mínimo y del calado de agua a la entrada de la obra de drenaje, a partir de esto se comprueba la validez del método. En el presente Estudio se ha buscado la dimensión mínima de obra de drenaje que cumpla todos los requisitos que a continuación se describen y que engloban a los recomendados en los documentos ya mencionados.

GEOAMBIENTE S.A.

CONDICIÓN 1: Comprobación de la capacidad. La capacidad de desagüe a sección llena pero no en carga ha de ser superior al caudal a desaguar.

El caudal máximo se obtiene directamente por la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{S \cdot I^{1/2} \cdot R_H^{2/3}}{n}$$

Donde: S = Superficie de la conducción (m^2)
 I = Pendiente de la conducción (m/m)
 R_H = Radio hidráulico de la sección (m)
 n = Coeficiente de Manning, que para conducción de hormigón se ha considerado 0,013

CONDICIÓN 2: Comprobación de la máxima y mínima velocidad admisible. En el caso conductos circulares de hormigón la velocidad máxima admisible del agua son 3.95 m/s, mientras que para conductos rectangulares (considerando en la fórmula de Manning como un canal abierto rectangular) es de 4,5 m/s.

CONDICIÓN 3: Cota de lámina (H_E) aguas arriba de la obra de drenaje, asumiendo que la sección de control se establece a la entrada y determinada a partir del caudal específico:

$$Q_{\text{esp.Tubos}} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\sqrt{g \cdot D}^{5/2}}$$

$$Q_{\text{esp.Marcos Rectangulares}} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\sqrt{g \cdot B \cdot H}^{5/2}}$$

Siendo: $Q_{\text{diseño}}$: caudal de diseño (m^3/s)
 D : diámetro del conducto circular (m)
 B : ancho del marco (cuadro) rectangular (m)
 H : altura del marco rectangular (m)

Según datos empíricos se demuestra que los criterios de la validez del perjuicio de ser la sección de control a la entrada sin necesidad de tener que comprobar el control a la salida son:

El conducto ha de ser recto y su sección y pendiente constantes.

GEOAMBIENTE S.A.

CONDICIÓN 4: Cota de lámina (H_s) asumiendo que la sección de control se establece a la salida, para la que se exigen los mismos criterios que en el caso de sección de control a la entrada. Siendo dicho valor el siguiente:

$$H_s = \left[1 + K_e + \frac{2 g L}{R_H^{4/3}} \cdot n^2 \right] \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} - L \cdot J + \mu$$

Donde: L = Longitud del conducto (m)
 J = Pendiente del conducto (m/m)
 V = Velocidad neta a sección llena (m/s)
 R_H = Radio hidráulico a sección llena (m)
 g = Aceleración de la gravedad (m^2/s)
 n = Coeficiente de rugosidad de Manning = 0,013
 K_e = Coeficiente de pérdida de carga en la embocadura, cuyo valor adoptado es:
0,30 para tubos
0.20 para marcos
 μ = Mayor valor de:

La diferencia del nivel del agua en el cauce a la salida del conducto con la cota de la solera en ésta.

La semisuma del calado crítico del conducto y la altura de éste.

CONDICIÓN 5: Comprobación de que el calado de agua a la entrada no supera en un 20% la altura del conducto. El calado de agua se establece entre el máximo obtenido entre las comprobaciones entre el control a la entrada o la salida

Hasta aquí, como criterio general se ha asumido que el calado de la salida corresponde al calado crítico.

El proceso para conseguir las dimensiones mínimas del conducto ha sido el siguiente:

Inicialmente se han probado secciones de conductos circulares hasta un diámetro máximo de 2 m.

Si no se cumplen todos los criterios de validez se continúa el proceso con conductos rectangulares comenzando con una altura de 2 m y 2 m de ancho.

Si éste no resulta válido se ha aumentado el ancho del conducto hasta una relación máxima entre ancho/altura de 5.

GEOAMBIENTE S.A.

En los casos donde de ha excedido dicha relación se debe a que la obra de drenaje existente reflejada en el inventario, tiene una altura inferior a 3 m, y no se ha querido sobrepasar la altura de la obra existente por considerar que no hay espacio suficiente entre la plataforma y el terreno para situar una obra de mayor altura.

Finalmente si éste tampoco cumple todos los criterios de validez se amplía la altura del conducto hasta 3 m, y se aumenta el ancho.

Análisis del drenaje longitudinal:

Debido a la escala de trabajo empleada y al alcance de este Estudio, se ha realizado una estimación de las posibles mejoras del sistema de drenaje longitudinal en la actual carretera, subrayando que para el dimensionamiento del mismo sería necesario un estudio más profundo.

El drenaje longitudinal se ha proyectado para evacuar el agua de escorrentía que recoge la plataforma y zonas adyacentes a la misma. El agua procedente de la calzada, de los taludes de desmote y de algunas aportaciones de pequeñas cuencas es transportada mediante cunetas hasta los distintos puntos de desagüe.

En el presente estudio se ha procedido a dimensionar el drenaje lateral de desmote y el caz con sumidero continuo en barrera rígida para el drenaje de la calzada en tramos peraltados que viertan hacia la barrera rígida de la mediana.

Cálculo de caudales para cunetas laterales de desmote y caz en mediana

El caudal máximo transportado por los elementos del drenaje longitudinal se ha calculado por medio de la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = \frac{S R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

Siendo: Q: Caudal máximo desaguado (m³/s).
S: Área de la sección del elemento (m²).
R_H: Radio hidráulico de la sección (m).
i: Pendiente de la línea de energía (m/m).
n: Número de Manning.

GEOAMBIENTE S.A.

Mientras que el caudal aportado a cada elemento del drenaje longitudinal, ya sea procedente de la calzada o procedente del terreno se ha calculado mediante la fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A \cdot K}{3,6}$$

Siendo: Q: Caudal máximo que desagua (m³/s).
A: Superficie (m²).
I: Intensidad media de precipitación correspondiente a un período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h).

Los valores a emplear para el cálculo de caudales son los siguientes:

Caudales procedentes del terreno (cuencas naturales)

El tiempo de concentración se calcula tal y como se indica en apartados anteriores. Para el coeficiente de escorrentía se ha tomado un valor medio entre los obtenidos para las cuencas del drenaje transversal.

Caudales procedentes de la calzada

Se ha considerado un tiempo de concentración de 10 minutos, y un coeficiente de escorrentía elevado (0,97).

El período de retorno de diseño adoptado ha sido a 25 años. La precipitación máxima en 24 h es de 130 mm, valor medio entre las precipitaciones obtenidas en toda la zona a estudio. Para el cálculo de las intensidades se ha procedido de igual manera que para el drenaje transversal.

Dimensionamiento de cunetas laterales de desmonte y caz en mediana:

Cunetas laterales de desmonte

Se han dispuesto para resolver el drenaje de la plataforma, de los taludes de desmonte y de algunas aportaciones de pequeñas franjas de terreno que a ella vierten. El caudal transportado por ellas se traslada a puntos de desagüe naturales o a obras de drenaje transversal.

GEOAMBIENTE S.A.

En principio se ha estudiado una cuneta triangular con taludes 1:1 (H:V). Se ha adoptado el criterio de revestimiento en la totalidad de los tramos. La comprobación hidráulica ha consistido en calcular en cada tramo de cuneta el calado máximo de agua resultante al transportar el caudal obtenido en el análisis hidrológico. Según el calado obtenido se han tipificado 3 tipos de cunetas triangulares: Tipo 1 con revestimiento de hormigón hasta una altura de 0,3 m, Tipo 2 con revestimiento hasta una altura de 0,6 m y Tipo 3 hasta una altura de 1 m. Existen algunos tramos donde el calado de agua supera los 0,85 m, lo que hace que el resguardo respecto a la calzada sea menor de 15 cm, que se considera insuficiente. En estos tramos la comprobación hidráulica se ha realizado con una cuneta trapecial de 1 m de base y taludes 0,5:1 (H:V).

Para la comprobación de su capacidad hidráulica se ha empleado la fórmula de Manning, adoptando un coeficiente de rugosidad de $n = 0,015$.

Cabe destacar que, también en 4 de los tramos la velocidad resulta muy elevada (superior a 6 m/s) por lo que resultaría aconsejable reducir dicha velocidad mediante la colocación de un hormigón más rugoso con un coeficiente de rugosidad no inferior a 0,017.

Bordillo:

Impiden que la escorrentía de la plataforma vierta hacia el talud del terraplén (en aquellos casos de más de 3 m de altura) para evitar erosiones. Estas aguas recogidas por el bordillo en la coronación del terraplén desaguan a bajantes prefabricadas y posteriormente, a cauces naturales. No se han dimensionado y tan solo se realiza una estimación de ellos. En los planos de detalle de drenaje se muestra el bordillo propuesto.

Bajantes:

Canalizan el agua de los taludes de desmonte y terraplén para así protegerlos de la erosión.

El caudal recogido por ellas es el procedente de la escorrentía de la plataforma en el caso de bajantes en terraplén, mientras que en las de desmonte se recoge la escorrentía procedente de las cuencas naturales. En el caso de caudales importantes será necesaria una bajante escalonada que disipe la energía.

GEOAMBIENTE S.A.

No se ha realizado ningún dimensionamiento y tan solo se realiza una estimación. En los planos referenciales de detalle de drenaje se muestran las bajantes propuestas.

Calidad de las Aguas:

La cuenca en estudio se caracteriza por estar emplazada en un zona bien desarrollada, que se ha caracterizado por un crecimiento desmedido de urbanizaciones y zonas comerciales, en detrimento de las áreas de cultivo. Esta condición genera que los afluentes, quebradas y ríos sean de los más contaminados por químicos de amplio espectro y los líquidos residuales.

En cuanto a la contaminación física, el abandono de las prácticas de cultivo, así como la poca cobertura vegetal en las cuencas, generen un grado de erosión natural mayor, presentando por lo tanto unos altos grados de turbidez y transporte de sólidos en tiempos de lluvia excesiva.

Es evidente que los desechos líquidos y residuales de las comunidades, y desarrollos urbanísticos vecinos a la radial, al no contar con una debida red pluvial y alcantarillados de aguas negras, vierten parte de los desechos hacía las quebradas y cunetas.

***Aguas Subterráneas:
Hidrogeología Regional:***

El marco geológico de la propiedad; está compuesto por rocas Vulcano - sedimentarias: Cenizas y Lahares (QVL), Depósitos de Avalancha Ardiente (QV3), y por Lavas Andesítico - Basálticas, de la Formación Barba (QV1) y Lavas Intracañón (QV4), provenientes de la Cordillera Volcánica Central, de Edad Terciario.²

El Proyecto en general no se encuentra ubicado dentro de zonas de protección o reserva acuífera. No obstante la sección San Antonio - Río Virilla se define sobre la zona de recarga de los nacientes de Puente Mula - Potrerillo, asociados a la Formación Colima.

Según las consideraciones del estudio hidrogeológico, las rocas tienen una permeabilidad de media a alta, debido a la granulometría de los materiales, al grado de facturación y diaclasamiento, así como al tipo de contacto entre rocas.

² Ver Mapa hidrogeológico.

GEOAMBIENTE S.A.

La recarga de los acuíferos principales Bermúdez y Colima, provienen de la vertiente sur del Cordillera Volcánica Central, entre las cuotas 1100 a los 1600, por recarga vertical y lateral.

Hidrogeología local:

Es evidente, que en el área del proyecto se explotan tres acuíferos, uno libre superficial, asociado a depósitos Coluvio aluviales de los cerros cercanos (Real de Pereira) y depósitos de avalancha ardiente de la Formación Tiribí. Un segundo acuífero semi confinado a libre de carácter fisural asociado a la formación Barba, y un tercer acuífero, de carácter confinado entre los 90 a 200 m. de profundidad. Siendo el acuífero principal las lavas de la Formación Colima localizan después de los 96 m. de profundidad en San Antonio de Belén.

En el estudio de los pozos perforados principalmente en los alrededores de la Radial se han identificado que el Niveles Estáticos (NE) de la Formación Barba, Miembro Bermúdez se ubica entre los 11.00 a 15.00 metros de profundidad, el de Colima Superior Miembro Linda Vista se ubica entre los 74 a 100 m, mientras que el NE de Colima Inferior Miembro Belén se ubica entre los 110 a 126 m de profundidad.

Los pozos que captan, estos acuífero extraen un Caudal (Q), de hasta 95 Lts/seg, lo que indica que son acuíferos con condiciones bastante buenas, aunque de acuerdo al análisis químico de pozos en Santo Domingo de Heredia; Colima Superior presenta ya un grado de contaminación por nitritos y fecales.

Esta contaminación quiere decir, que debido a las características de semi - confinamiento y la profundidad de los acuíferos, la contaminación registrada es producto de recarga lejana, asociado principalmente a aguas locales provenientes de los ríos, que drenan los poblados de las tierras altas en los macizos del Poás, Barba y Irazú.

En el cuadro de distribución de pozos se resumen las características hidrológicas de los pozos existentes en las cercanías de AP.

GEOAMBIENTE S.A.

Distribución de los pozos en el sitio de estudio.

Pozo	Coordenadas	Prof. (mbns)	NE (mbns)	ND (m)	Caudal P Lts/Seg	Q. Req Lts/Seg	Litología
AB -959	218,350 - 514,100	90,00	68,00	68,00	3,00		0 - 9m arcilla impermeable, 9 - 18m lava, 18 - 21m toba, 21 - 39m toba café, 39 - 42m lava y toba, 42 - 69m lava basalto, 69 - 73m brecha lavica, 73 - 80m lava densa.
AB -582	218,200 - 514,100	60,96	21,33				0 - 27,40m ignimbrita, 27,40 - 45,70m tobas, 45,70 - 61m ignimbritas.
AB -1.258	218,100 - 514,290	40,00	20,00	26,00	1,00		0 - 10m arcilla, 10 - 26m lava, 26 - 38m brecha lavica, 38 - 40m arcilla.
AB -272	218,080 - 514,450	50,28	4,57	13,10			
AB -1.791	218,200 - 514,720						
AB -1.807	218,100 - 514,650						
AB -1.534	218,200 - 514,800	122,00			110,00		0 - 7m suelo, 7 - 31m olava sana fm barba, 31 - 59m toba marrón, 59 - 82m ignimbrita sana gris, 82 - 97m lava sana rojiza, 97 - 99m toba marrón arenosa, 99 - 105m lava gris y rojiza sana, 105 - 120m ignimbrita sana gris.
AB -1.036	218,200 - 514,700	50,00	27,00		1,90		0 - 10m ceniza volcánica, 10 - 25m toba, 25 - 35m toba soldada, 35 - 40m lava fracturada, 40 - 50m toba soldada.
AB -1.254	218,050 - 514,250	74,00	18,00	59,40	3,80		0 - 5m arcilla, 4 - 19m toba, 19 - 49m toba, 49 - 74m ignimbrita.
AB -1.964	218,600 - 514,600	110,00	70,22	70,26	8,00	10,00	0 - 3m arcilla, 3 - 8m arcilla, 8 - 18m ignimbrita, 18 - 22m cenizas, 22 - 24m arenas volcánicas-piroclásticas, 24 - 28m arcilla, 28 - 38m toba arenosa, 38 - 45m ignimbrita, 45 - 50m lava andesítica, 50 - 64m ignimbrita, 64 - 67m arcilla, 67 - 95m lava, 95 - 96m contacto con ignimbrita, 96 - 98m lava, 98 - 110m lava.
AB -273	219,850 - 514,400						
AB -249	218,830 - 514,800	111,30	73,37		13,00	13,00	0 - 4,58m suelo arcilloso, 4,58 - 10m transición roca-suelo, 10 - 17,30m lava gris, 17,30 - 21m cenizas, 21 - 25,58m lava gris, 25,58 - 47,30m cenizas, 47,30 - 71m lava gris, 71 - 75m ignimbritas, 75 - 78,50m lava, 78,50 - 81,50m lava idem anterior, 81,50 - 87m brecha lavica, 87 - 102,40m lava esocreaea, 102,40 - 105,16m cenizas, 105 - 109,75m no hay muestras, 109,75 - 121,92m brecha lavica.
AB -441	218,550 - 514,670						
AB -250	219,200 - 514,860	16,32	14,99				
AB -2.285	219,600 - 514,975	70,00			10,00		
AB -1.768	220,200 - 515,100	50,00	10,60	10,60	1,16	2,00	0 - 12m arcilla, 12 - 18m brecha lavica, 18 - 24m lava, 24 - 36m arcilla, 36 - 40m lava, 40 - 50m arcilla.
BA -347	220,450 - 515,200	50,00	34,04	43,10	0,50		

GEOAMBIENTE S.A.

BA -717	225,215 - 513,725	85,00	16,73	21,49	1,32		0 - 8m arcilla color café, 8 - 22m arcilla color amarillo (cenizas volcánicas), 22 - 28m arcilla, 28 - 60m toba de matriz arcillosa, 60 - 68m ignimbrita, 68 - 85m arcilla color café.
BA -493	220,325 - 515,450						
BA -757	220,450 - 515,100	90,00	68,00	68,00	3,00	3,00	0 - 28m arcilla y bloques andesíticos, 28 - 28m lavas andesítico-basáltica, 28 - 68m tobas liticas cenicientas, 68 - 105m tobas liticas, 105 - 116m lavas andesítico-basáltico.
BA -702	220,350 - 515,110	96,00	18,20		2,50		0 - 10,45m arcillas y bloques andesíticos, 10,45 - 15,50m tobas e ignimbritas, 15,50 - 25m lava andesítica, 25 - 80,10m tobas liticas, 80,10 - 96m lavas andesítico-basálticas.

Fuente: SENARA Abril/2005 Hoja Abra 1:50 000

Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación:

La contaminación del acuífero esta relacionado con las características intrínsecas estimadas, tales como tipo de suelos, tipo de acuífero, profundidad del nivel friático, litología y otros.

De acuerdo con los estudiados, es claro que la contaminación física química de los acuíferos libres, superficiales, son producto de la alta contaminación de los ríos, la falta de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas negras, de la mayoría de las comunidades en nuestro país.

Esta falta de adecuados sistemas de tratamiento de aguas residuales y aguas negras, ha hecho que la práctica más común de la comunidad, sea la construcción de tanques sépticos o desaguar las aguas directamente a los ríos y quebradas.

La puesta en marcha en algunas comunidades, así como de urbanizaciones de contar con servicios de alcantarillado de aguas negras y plantas de tratamiento ha aumentado la calidad de pureza de los vertidos a estos ríos y quebradas.

Por medio de la Metodología OSD, Ocurrencia de agua, Sustrato rocoso, Distancia del agua, se relacionan las características del acuífero para obtener el nivel de vulnerabilidad a la contaminación. En la metodología OSD la ocurrencia de aguas subterráneas se relaciona al tipo de acuífero sea libre, no confinado, semiconfinado, confinado

GEOAMBIENTE S.A.

o surgente. El sustrato litológico se relaciona con el tipo de roca y la distancia al acuífero, con la profundidad del nivel freático con la superficie.

Al considerar la profundidad del nivel freático (96.0 a 126.0 m) y las características estimadas de los acuíferos confinados de la Formación Colima en la región, y al fundamentarse en los parámetros de Foster & Hirata, 1991, se les infiere una vulnerabilidad a estos acuíferos muy baja (0.5) a la contaminación local.

De acuerdo con los datos suministrados por el proyectista, el proyecto de la radial San Antonio - Río Segundo, por el tipo de proyecto, la infraestructura a construir, garantiza, que no-se percolarán fluidos contaminantes al acuífero superior registrado en la zona por descarga de aguas residuales, tanto servidas como oleaginosas, originadas por la maquinaria o equipo en el procesos de construcción.

No obstante siempre se deberán implementar medidas de mitigación, prevención y control, para reducir más las causas de contaminación local de las aguas por parte del proyecto principalmente en las zona de acumulo, preparación de agregados y zona de bodegas, comedores etc..

Calidad del Aguas local:

Al ser el área de estudio una zona con un alto desarrollo; los principales componentes que alteran la calidad del agua subterránea son: Productos químicos y físicos, generados por la actividad humana, ya sea en la actividad agrícola y/o por desecho producto de la actividad industrial, comercial o de las viviendas. Siendo el factor más importante que altera la calidad del agua superficial y subterránea, la materia fecal.

a. *Análisis de la posible contaminación:*

La contaminación de los acuíferos esta relacionado con las características intrínsecas estimadas, tales como tipo de suelos, tipo de acuífero, profundidad del nivel freático, litología y otros. Por lo que el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas se puede considerar como la interacción entre:

- La Carga Contaminante que se le aplica al subsuelo, como producto de la actividad del proyecto, por lo que se debe

GEOAMBIENTE S.A.

analizar la intensidad, grado, clase y duración de los contaminantes.

- La Vulnerabilidad de los acuíferos, que se define en base, de las características y las propiedades hidráulicas de las rocas que forman los acuíferos. Siendo este último termino la susceptibilidad para ser afectados por la carga Contaminante (Foster, 1987).

- *Carga contaminante:*

Los tipos de contaminantes predominante en el área del proyecto, así como los vertidos al sistema fluvial Son:

- *Contaminación Urbana:*

Desechos líquidos pluviales

Desechos líquidos oleaginosos y aguas residuales.

Desechos sólidos.

- *Vulnerabilidad:*

De acuerdo con los pozos estudiados, es claro, que la contaminación física química de los acuíferos, es producto de la alta contaminación de los ríos, la falta de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, por la mayoría de las comunidades cercanas al proyecto y a los botaderos de desechos en las márgenes de río y quebradas.

Al considerar las características estimadas para los acuíferos confinados a semi confinados, como el de la Formación Colima (Miembro Linda vistas), donde se da una capa espesa de depósitos volcánicos de textura variada (Formación Barba y de la Formación Tiribí). Y al fundamentarse en los parámetros de Foster & Hirata, 1991, se le infiere como se ha descrito una vulnerabilidad muy baja (0.5) a la contaminación local.

Otras razones que definen la baja vulnerabilidad del acuífero Colima Superior en el área del proyecto, son:

- Que la litología presente en el área del proyecto, según el perfil geológico de los pozos, consiste en una espesa capa de 18 metros de arcillas multicapas, una capa de 12 metros lavas alteradas no saturadas de la formación Barba y una capa de 68 metros de tobas de carácter variable con permeabilidad media, y un nivel de saturación de agua después de los 96 metros de profundidad.

GEOAMBIENTE S.A.

Esto define una zona no saturada 96 m, de los cuales 12.00 metros son suelo limo arcilloso a arcillo limoso de baja permeabilidad (0.08 a 0.16 cm/min), 8 m corresponde a una toba muy alterada, arcillosa, color café no saturada de permeabilidad 0.0024 cm/min y 13 m de lava no saturada de permeabilidad 0.0033 cm/min. Y un 68 metros de tobas de carácter variable con una permeabilidad de 0.125 cm/min.

- Que el flujo posible de lixiviados, así como la dirección del flujo de aguas de escorrentía en el área del proyecto es al Sur - Suroeste, los cuales están relacionados a la depresión que conforma el río Virilla,. Esto permite definir que la pluma de contaminantes tendrá una dirección predominante que aleja la pluma contaminante del área del proyecto.

Por lo tanto, sobre la base de estos resultados preliminares, y la ya expuesto, el proyecto como tal, no implica, una fuente de contaminación local de los acuíferos libres y confinado, así como de otras fuentes.

I. Caracterización de suelos

Los suelos como ya se ha mencionado, se caracterizan dependiendo de la zona y la unidad litológica que conforma su entorno. En el área del proyecto han evolucionando a partir de antiguos depósitos volcánicos (Cenizas, Ignimbritas y tobas de la Formación Barva y Tiribí / Pleistoceno).

De acuerdo a la caracterización realizada, se tratan de suelos juveniles que no han tenido suficiente tiempo para desarrollarse, aunque las condiciones climáticas, la topografía del área, juegan un papel muy importante en su evolución.

En termino generales los suelos en el área del proyecto corresponden a suelo limo-arcilloso arcillo-arenoso de color café, oscuro, tipo Ustic Hmitropept con alto contenido orgánico, plásticos, con una permeabilidad y porosidad de baja a moderada, con tiempos de infiltración relativamente pobres y un espesor variado entre los 6 a de 18.0 metros.

De acuerdo a los análisis geotécnicos (Anexos) se desprende, que los suelos son de consistencia compacta a muy blandos, arcillas expansivas, y rellenos orgánicos. Desde el punto de vista de resistencia, presenta

GEOAMBIENTE S.A.

condiciones de mediana a alta plasticidad y permeabilidad buena a mala.

Como se ha descrito en el punto anterior por las perforaciones SPT, los pozos perforados y los cortes en los cauces de quebradas, el espesor de los suelos es de 12.0 metros, constituidos por un sistema multicapas, en paquetes decimétricos a métricos, no tabulares y de estructura prismática, con una permeabilidad de media a abaja.

De acuerdo con este análisis de la composición de las muestras, y debido al grado de alternancia, lo poco profundo y desarrollado del suelo, se encontró, que la capa A, AB, B, Y C, en general tienen una textura que se le define como **FRANCO LIMO ARCILLOSO a FRANCO ARCILLOSO**. Son suelos mal drenados, de baja permeabilidad aparente, y de acuerdo a la clasificación se les define como del tipo MH - OH -CL.

II. Equipotenciales:

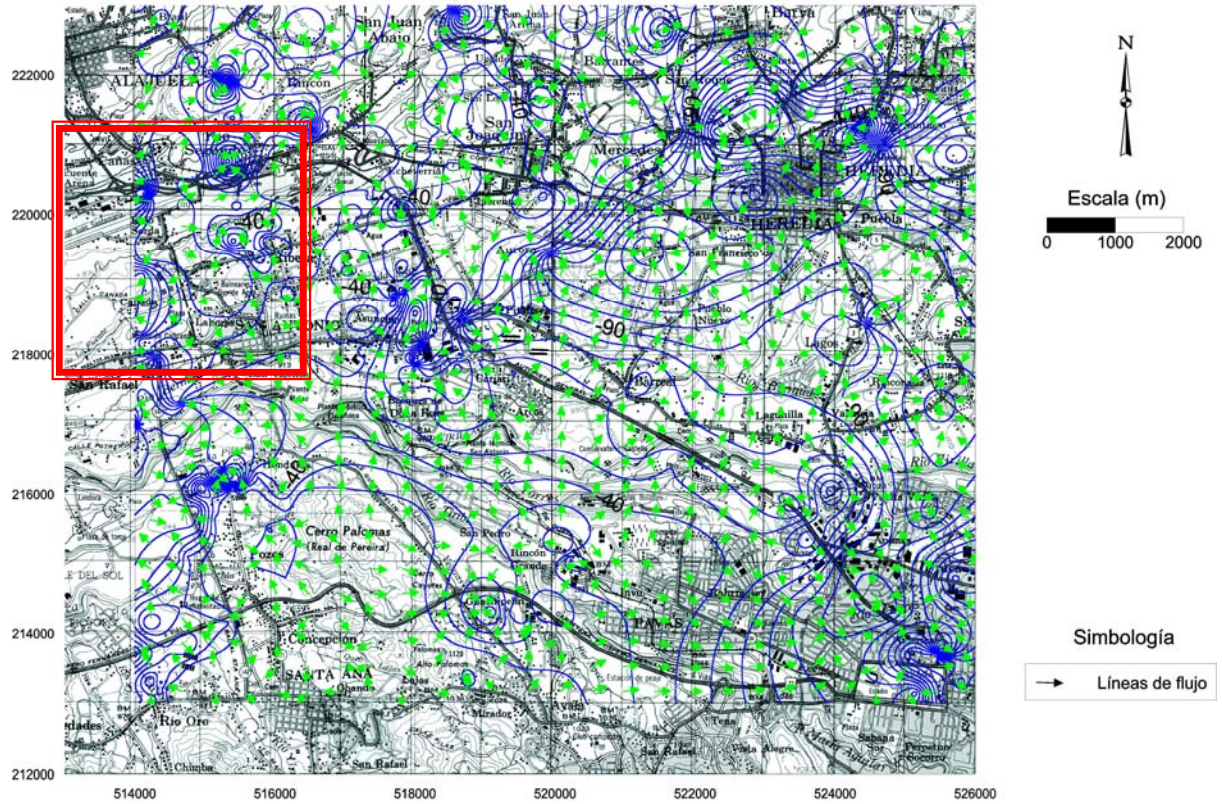
Las equipotenciales, así como la red de flujo, se construyo, con base a la información bibliográfica, estudio de pozos, informes de campo de las empresas perforadoras y del SENARA.

Esto permite definir, que la dirección general del flujo de aguas subterránea es hacia el Suroeste, la cual tiene pequeñas variaciones en su dirección al Sureste y Sur,

En cuanto al nivel freático, de acuerdo al registro de pozos, es profundo, y no se registra un nivel superficial de acuerdo las perforaciones geotécnicas.

GEOAMBIENTE S.A.

ILUSTRACIÓN 8.6
Mapa de líneas de flujo, isofreáticas y
curvas de nivel



III. *Parámetros Hidráulicas para el perfil de suelos:*

El cuadro siguiente reúne toda la información generada de los análisis y lo referente a las pruebas de percolación e infiltración realizadas en el 2004 -2005 de proyectos en el entorno de la Radial.

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro de RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

PRUEBAS	GEOL. EHG -06/2003	
	T cm/min	K m/día
P1	0.0332	0.46
P2	0.0530	0.74
P3	0.0406	0.57.
P4	0.0106	0.17
<u>PROMEDIO</u>	0.0456	0.64
Toba 1	2.1×10^{-3}	0.030
Toba 2	2.8×10^{-3}	0.040
<u>PROMEDIO</u>		0.035

T = Velocidad de infiltración cm/min capa. K = Permeabilidad m/día

Esta información nos da una clara idea como se distribuye la permeabilidad en el entorno del proyecto, siendo la permeabilidad promedio para el suelo de 0.64 m/día, con variaciones de hasta 0.11 m/día, lo que es una permeabilidad bastante alta, según el grado de consistencia y plasticidad, que muestran los análisis del suelo.

Sé registra una permeabilidad bien baja para las muestras de tobas arcillosas de 0.030 m/día, lo que la hace poco permeable a esta unidad.

Además de estos resultado y de los estudios en el área de interés, el pozo con más información en la zona de interés en el corredor San José - Alajuela, es el AB-153, perforado por ICAYA y que es, a su vez, la fuente de información para los estudio realizados de la vulnerabilidad del acuífero Colima.

GEOAMBIENTE S.A.

**Cuadro de
 PARÁMETROS DEL POZ AB-158**

PARÁMETROS	AB-1002
Profundidad	
Nivel Estático (NE)	87.80 m
Acuífero	Barba - Colima
Tramo ensayado (m)	Permeabilidad
24.5 - 31.00	26.40 m/día
52.0 - 61.40	0.44 m/día
113.4 - 128.75	1.2×10^{-2} m/día
134.9 - 138.00	2.2×10^{-2} m/día
160.0 - 163.00	8.3×10^{-3} m/día
175.5 - 178.75	4.8×10^{-2} m/día
184.3 - 187.80	0.18 m/día

Fuente: pozo AB-153 Archivos SENARA Marzo -2003.

Arredondo & Rodríguez, en 1995, consideran para estos acuíferos confinados una transmisibilidad en el orden de los 350 - 400 m²/día según el BGS-SENARA-1985.

De acuerdo a los resultados, debemos tener claro que las condiciones del suelo muestran una permeabilidad promedio 0.64 m/día, y que de acuerdo al perfil geológico o columna estratigráfica del Pozo AB 153, se determina la permeabilidad para cada sección geológica del pozo AB-562, que es el más cercano al proyecto:

**Cuadro de
 PARÁMETROS DE LA COLUMNA DE SUELOS**

LITOLOGÍA	SECCIÓN	K m/día	POROSIDAD (%)
Suelo multicapas limo arcilloso tipo MH	0.00 - 2.50 m	0.643	56.00
Suelo arcilloso (MH)	2.50 - 12.00 m	0.255	48.00
Toba arcillosa café	12.00 - 18.00 m	0.035	50.00
Lava andesítica no saturada	18.00 - 30.17 m	0.440	0.27
Toba arcillosa café	30.17 - 94.00 m	1.800	50.00
Lavas saturadas	94.00 - 135.00 m	10.000	0.10
Secuencia de tobas	135.00 - 142.00 m		

IV. Cálculo transito de contaminantes:

- Los Acuíferos:

Las cuencas del área de estudio presentan una baja magnitud de volumen de escorrentía bajo condiciones climáticas normales, sus aguas están altamente contaminadas, producto

GEOAMBIENTE S.A.

de la recarga asociado con aguas locales, y las provenientes de las localidades de las tierras altas.

Como se define en este estudio, en la zona se explotan tres acuíferos confinados surgentes, entre los 96 a 200 metros de profundidad, en la Formación Colima (Miembro Linda Vista y el Miembro Belén).

El nivel estático se ubica entre los 87 a 126 m de profundidad, con una tendencia a profundizar al Norte y Noroeste del proyecto,

- *Tiempo de transito de contaminante:*

De acuerdo a la información y la literatura del transito de contaminante, la zona no saturada representa la más importante defensa natural contra la contaminación de las aguas Subterráneas (Foster & Hirata 1991). Esta zona no saturada, está conformada por partículas sólidas y poros llenos de aire y agua en proporción variable.

Ya que el agua fluye en un medio de poros saturados, el flujo no saturado se rige por la Ley de Darcy, en dirección vertical. Esta ley puede ser escrita como:

$$T_i = B \cdot N / K \times I$$

T_i = Tiempo de infiltración en la zona no saturada.
B = Espesor de la capa no Saturado
N = Porosidad del medio
K = Permeabilidad del medio Geológico
I = Gradiente hidráulica del flujo

De acuerdo al cuadro de parámetros de las columnas de suelo, el espesor de la capa no saturada esta dividida, en cuatro: Una capa de suelo multicapas de permeabilidad variable. Una capa de tobas arcillosas, una capa o sección lavica alterada de baja permeabilidad y por ultimo una capa de tobas e ignimbritas. Por lo que el tiempo de transito, va ser la sumatoria de los tiempos de cada capa.

EL Tiempo de transito para la capa de suelo es:

Tiempo de tránsito para la primera capa A:

T_{is1} = Tiempo de infiltración en la zona no saturada.

GEOAMBIENTE S.A.

B = Espesor no Saturado de suelo limo arcillo compacta 1.20
N = Porosidad del medio 0.56
K = Permeabilidad del medio Geológico 0.64 m/día
I = Gradiente hidráulica del flujo 1 m/m

Tenemos:

$$\mathbf{Tiv (1) = 2.50 \times 0.56 / 0.64 = 2.18 \text{ días.}}$$

Tiempo de tránsito para la capa AB a C:

Tis2 = Tiempo de infiltración en la zona no saturada.
B = Espesor no Saturado de suelo limo arcilloso blando 9.50 m
N = Porosidad del medio 0.48
K = Permeabilidad del medio Geológico 0.25 m/día
I = Gradiente hidráulica del flujo 1 m/m

Tenemos:

$$\mathbf{Ti (2) = 7.8 \times 0.48 / 0.25 = 18.24 \text{ días.}}$$

Por la tanto el tiempo de transito para la capa de suelo (12 metros) es:

$$\mathbf{Tis = Tiv(1) + Tiv (2) = 20.42 \text{ días}}$$

Tiempo de transito para la capa de tobas arcillosas alteradas (Formación Barva)

Tit = Tiempo de infiltración en la zona no saturada en tobas
B = Espesor no Saturado de suelo 6.00
N = Porosidad del medio 0.50
K = Permeabilidad del medio Geológico 0.035 m/día
I = Gradiente hidráulica del flujo 1 m/m

Tenemos:

$$\mathbf{Tit = 13.0 \times 0.50 / 0.035 = 185.71 \text{ días.}}$$

GEOAMBIENTE S.A.

Tiempo de transito para la capa de lavas no saturadas
(Formación Barva):

Tiv = Tiempo de infiltración en la zona no saturada en lavas.
B = Espesor no Saturado 12.17 m
N = Porosidad del medio 0.27%
K = Permeabilidad del medio Geológico 0.44 m/día
I = Gradiente hidráulica del flujo 1 m/m

Tenemos:

$$\mathbf{Tiv1 = 12.17 \times 0.27 / 0.44 = 7.46 \text{ días.}}$$

Tiempo de transito para la capa de Tobas e Ignimbritas
(Formación Tiribí)

Tit" = Tiempo de infiltración en la zona no saturada en tobas
B = Espesor no Saturado de suelo 60.00
N = Porosidad del medio 0.50
K = Permeabilidad del medio Geológico 1.8 m/día
I = Gradiente hidráulica del flujo 1 m/m

Tenemos:

$$\mathbf{Tivt = 60.0 \times 0.50 / 1.8 = 16.66 \text{ días.}}$$

Si se toma la profundidad del Nivel Freático de 96 metros medido en el pozo BA-562, como la capa no saturados, se tendría que el tiempo para que una partícula contaminante penetre perpendicularmente las diferentes capas hasta el medio acuífero es de:

$$\mathbf{Tiv = Tis + Tit + Tiv+ Tit" = 230.25 \text{ días}}$$

Estos datos, nos dan un tiempo de transito critico, de **20.42 días** para que la contaminación bacteriológica atravesase perpendicular mente a la capa de suelo y de **230 días**, para que afecte el Nivel Freático localizado a 96 metros, en la unidad de lavas del Miembro Superior (Formación Colima).

Estos resultados muestran, que la posibilidad de contaminación bacteriológica por lixiviados producto del proyecto, es poco factible, ya que si el nivel

GEOAMBIENTE S.A.

piezométrico, se ubica a los 96 m de profundidad y la gradiente hidráulica de las isofreáticas es de 0.027 m/m, en dirección suroeste, perpendiculares a la dirección de escorrentía y de las aguas subterráneas; la distancia mínima que los lixiviados recorrerían para percolar hasta el nivel freático, va ser de 3556 metros, lo que llevaría un tiempo de transito de 8519 días. .

Si el tiempo máximo de permanencia de las bacterias en el suelo es de 100 días, y en condiciones de suelos ácidos de origen volcánico de 30 a 70 días, el tiempo de percolación vertical de 230 días, ello permitirá una rápida y completa degradación de la contaminación bacteriana, antes de percolar al medio acuífero.

5.6. Calidad del aire:

Calidad actual del aire en AID:

El clima es un factor determinant4e en la calidad del aire; variables específicas como temperatura, humedad, viento, lluvia y presión atmosférica condicionan la dispersión, transporte y reacciones de los contaminantes.

En el caso de nuestro país, el Valle Central se ve favorecido por los vientos alisios durante casi todo el año, que transportan contaminantes como humos u olores de fábricas, vehículos, y otros lejos del lugar de origen.

La concentración de la actividad socioeconómica en el Gran Área Metropolitana en un espacio reducido donde los núcleos industrializados que rodean la ciudad de San José, tales como Uruca, Zapote, Belén, la agroindustria en zonas rurales cercanas, la actividad volcánica al igual que la creciente flotilla vehicular, generan aumentos en la contaminación del aire.

Las mediciones más recientes de contaminantes datan de 2002, e indican que alrededor de un 70% del aporte de contaminantes es vehicular. El restante 30% proviene de la actividad industrial (23%), agroindustrial y volcánica (hay más de 100 fuentes volcánicas en el país, y 7 fuentes volcánicas muy activas).

Actualmente el país no cuenta con datos continuos, permanentes y sistemáticos que valoren o determinen la calidad fisicoquímica del aire; se cuenta con dos estaciones

GEOAMBIENTE S.A.

de monitoreo donados por el Gobierno de Japón al IMN y operados por el LAQAT-UNA.

Algunos de los factores señalados como causas de contaminación del aire por parte de la flota vehicular, en el GAM, son las siguientes (MOPT et al, 2002):

- Inadecuado manejo del flujo vehicular.
- Sistema de transporte público no correspondiente a las necesidades actuales.
- Mal estado técnico de la flota vehicular.
- Inadecuado control de emisiones.
- Mala calidad de los combustibles.
- Falta de sensibilización de la población respecto al problema.
- Escasa coordinación inter institucional.

En los monitoreos realizados en carreteras por la UNA en colaboración con el Ministerio de Salud, se determinó:

El viento traslada diariamente el aire fuera del GAM, de donde la contaminación en esa área en general está muy por debajo de los índices permitidos. Existen algunas concentraciones de contaminantes en el centro de la ciudad, siendo las zonas que presentan algunas concentraciones de partículas y dióxido de azufre el Paseo Colón y el área del Centro Comercial del Sur. Sin embargo, aún en estas zonas, las concentraciones de dióxido de azufre son bajas, en el orden de 10 a 95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, muy por debajo de la normativa que establece un valor límite de 365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas, mientras que las PM_{10} superaron la normativa durante varios días de los meses de febrero y junio ubicándose entre 100 y 155 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (la normativa establece un valor de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas).

En cuanto al ozono, se determinó que los niveles encontrados entre marzo y abril del 2001 en la estación ubicada en Belén están cerca de la normativa (160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /24 hs.), si bien no la alcanzan o sobrepasan.

En las horas pico, aumenta la generación de humos y gases provenientes del parque automotor; esas horas son: entre las 7 y 8:30 am.; entre las 11 am y 1 pm, y entre las 5 y las 6:30 pm.

Los patrones de aumento en el número de vehículo han ido en aumento, habiendo actualmente 100% más vehículos que en 1975.³ La cantidad de contaminantes totales lanzados al aire en 2025 (según proyecciones del estudio POMA CR) será de 191.270 toneladas al año, siendo las emisiones de hasta 149.729 ton/año.

³ Poma CR, 1990.

GEOAMBIENTE S.A.

El antes citado estudio recomendó:

- Crear incentivos para sustituir los combustibles fósiles por fuentes de energía no contaminantes.
- Actualizar y mejorar la legislación para el control de emisiones de los vehículos y la contaminación industrial y agroindustrial.
- Poner en marcha un programa integral de transporte público que estimule una mayor dependencia de ese tipo de transporte.
- Crear un laboratorio nacional que establezca la información base sobre contaminación.

Si bien podemos señalar que actualmente no existe un nivel de contaminación severo en el GAM, es necesario establecer las medidas recomendadas por los estudios efectuados, siendo que la ampliación de las vías conforme con el proyecto macro Corredor San José - San Ramón y las mejoras en el diseño y el flujo vehicular serán significativas para reducir la generación de contaminantes a la atmósfera.

5.6.1. Ruido

Actualmente no existe este tramo de carretera, por lo que el proyecto implicará un deterioro en la calidad del aire en AP, generando el equipo, la maquinaria y la presencia humana durante la etapa de construcción, un incremento en el nivel sonoro, y posteriormente, igual efecto de incremento tendrá el tránsito diario en la Radial, que se estima en niveles de 70 a 90 dB (según estudio referencial en otras carreteras similares en el país). Este efecto se estima severo en relación al estado actual del medio.

5.6.2. Humos, polvo.

En este tramo del proyecto, no habiendo carretera, no hay humos ni severos ruidos provenientes del tránsito (únicamente los provenientes de carreteras cercanas), de la combustión de motores en este sector del proyecto, si bien el área se ve afectada indirectamente por las condiciones generales del GAM; este efecto es de esperar se dé con mayor inmediatez una vez inicien los trabajos y al operar el tramo, sin embargo, se estima moderado el efecto, por cuanto la brisa que corre en el Valle Central dispersará el humo o el polvo que se genere, y el flujo vehicular será adecuado y ágil.

5.6.3. Olores.

Los olores existentes son de actividades humanas (abonos, insecticidas, olores provenientes de cocinas, y similares);

GEOAMBIENTE S.A.

al realizarse el proyecto se deteriorará la calidad del aire por cuanto se generarán olores (asfalto, y posteriormente, hidrocarburos) que serán dispersados por el viento. El efecto se estima moderado.

Capacidad de dispersión del viento:

Como se pudo comprobar en el estudio de clima y según los datos meteorológicos de la estación Pavas, los vientos en el área fluctúan de entre 40 y 60 km/h, con dirección predominante norte o este, según la época del año.

Estas velocidades presentan una muy buena capacidad de dispersión, por lo que se espera que las comunidades cercanas a AP no se verán afectadas por ruidos, gases o humos a niveles de riesgo. Se evaluará en el sitio, al iniciar la etapa de obras, la necesidad y ubicación de vallas opacas mitigadoras de ruidos, temporales. En cuanto a cercos vivos, se estará a lo que indique el plan de gestión ambiental para protección contra las molestias de ruidos frente a zonas habitacionales y escuelas.

En etapa de construcción, estos vientos podrán arrastrar polvo, por lo que se deberán aplicar las medidas mitigadoras que se indican más adelante.

5.7. Amenazas naturales:

El proyecto se localiza en la región Central de Costa Rica, en el Valle Ínter montano Central, la amenaza al proyecto se puede dividir en tres tipos:

1- Tectónica, que involucra sistemas de fallamiento y facturación neotectónica activa.

2- Sismológica, que involucra la sismicidad del área.

3-Volcánica, que involucra erupciones con caída de cenizas y lapillis.

Amenaza Tectónica:

El estudio incluye el análisis de toda la información neotectónica, así como la interpretación de la tectónica activa y los fenómenos asociados a la convergencia de las Placa Cocos y Caribe, lo que permite entender la sismicidad del área de estudio y los posibles efectos sobre el proyecto.

GEOAMBIENTE S.A.

La región central de Costa Rica ha sufrido una intensa deformación tectónica, que se evidencia por el cizallamiento de las rocas, su plegamiento, fallamiento y basculamiento; deformación la cual se desarrollo por una compresión N-S que actúo desde el Cretácico hasta el presente.

Las fallas activas que se presentan en el Valle Central y zonas montañosas adyacentes tienen una distribución geográfica, patrones geométricos y estructurales particulares.

Con respecto a la distribución geográfica, las fallas limitan tanto el borde Norte como el borde Sur de la depresión del Valle Central. En el sector norte se localiza en las faldas sur de la Cordillera Volcánica Central dentro de los depósitos lávicos y piroclásticos, producto de las diversas erupciones volcánicas.

En el sector Sur, las fallas recientes limitan las estribaciones Norte de la Cordillera de Talamanca, dentro de un ambiente complejo y evolucionado a través de un tiempo muy prolongado.

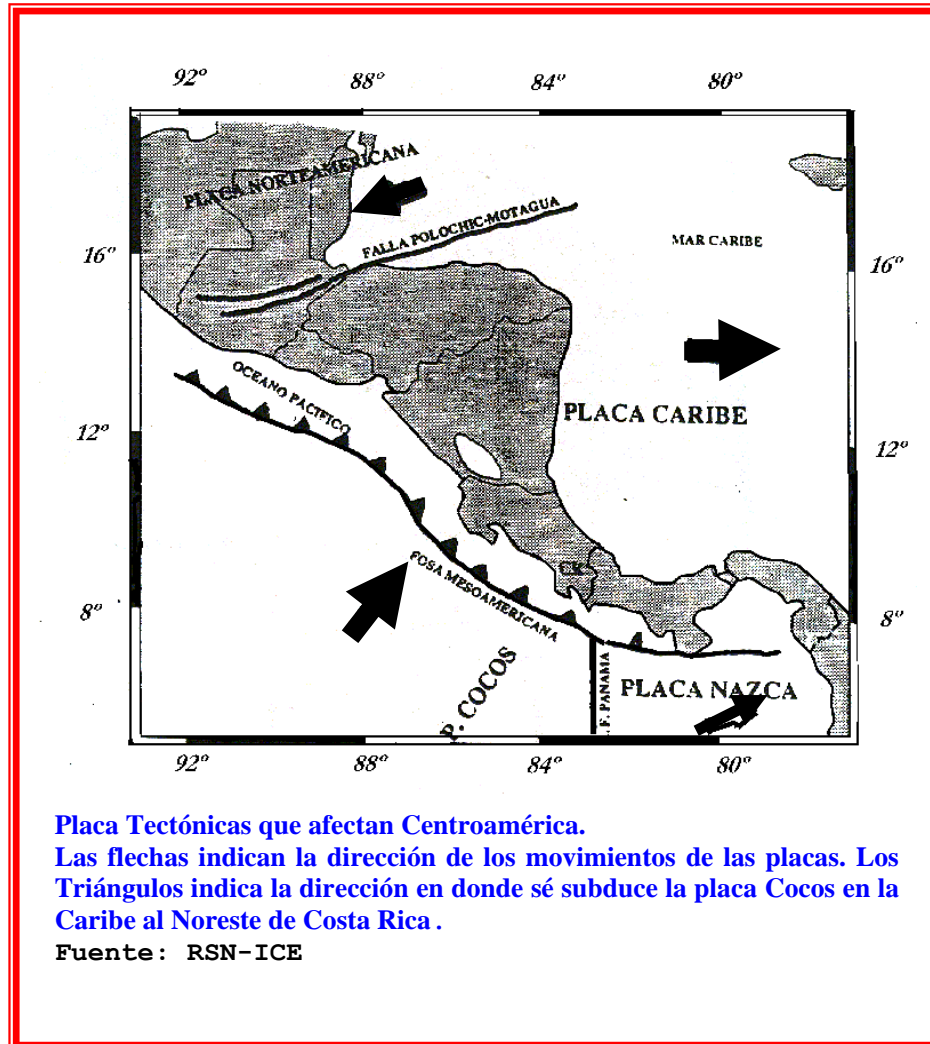
La aparente ausencia de fallamiento dentro del Valle, así como una actividad sísmica baja es significativa y refuerza el principio de que esta es la situación neotectónica imperante en esta región. Sin embargo el desarrollo concentrado de la población provoca una mayor dificultad para la detección de fallas activas recientes, con dos excepciones que son: La falla Coris-Guarco-Paraíso y La Falla Tárcoles - Garita.

Amenaza Sísmica:

La sismicidad del área de estudio es originada en diferentes fuentes sísmicas y ambientes neotectónicos existentes en Costa Rica.

Esta actividad es el resultado de la ubicación de nuestro país en un borde de convergencia de placas. Costa Rica se encuentra localizado dentro de la Placa Caribe y en la Microplaca de Panamá y converge en el Pacífico con la Placa Coco.

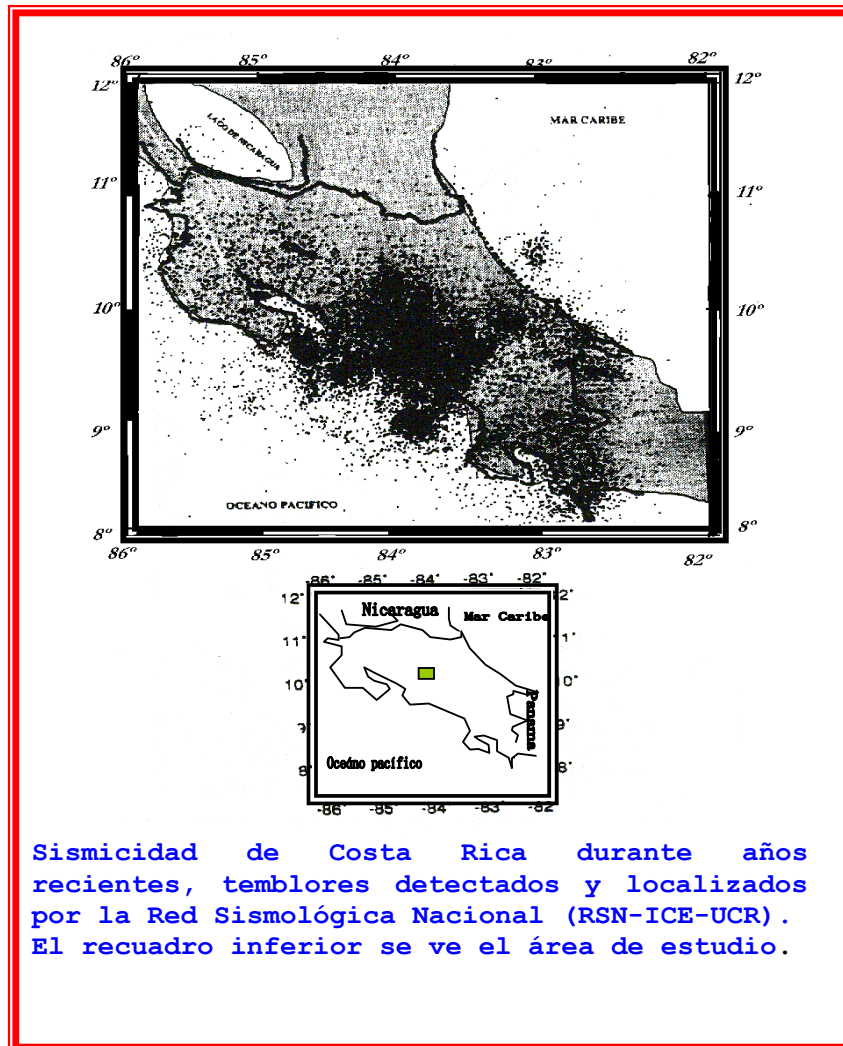
GEOAMBIENTE S.A.



Estas placas interactúan a partir de la Fosa Mesoamericana, introduciéndose esta última por debajo de nuestro territorio, origina los temblores relacionados a subducción.

La segunda fuente sísmica importante corresponde con los temblores superficiales ocurridos dentro de la corteza al interior de la Placa Caribe y la Microplaca Panamá. Estas son fuentes sísmicas que pueden provocar los mayores daños en la zona del proyecto, son por lo tanto los que se analizan con mayor detalle. Estas dos fuentes sísmicas, aunadas a la sismicidad volcánica son las que originan la gran sismicidad que muestra nuestro País.

GEOAMBIENTE S.A.

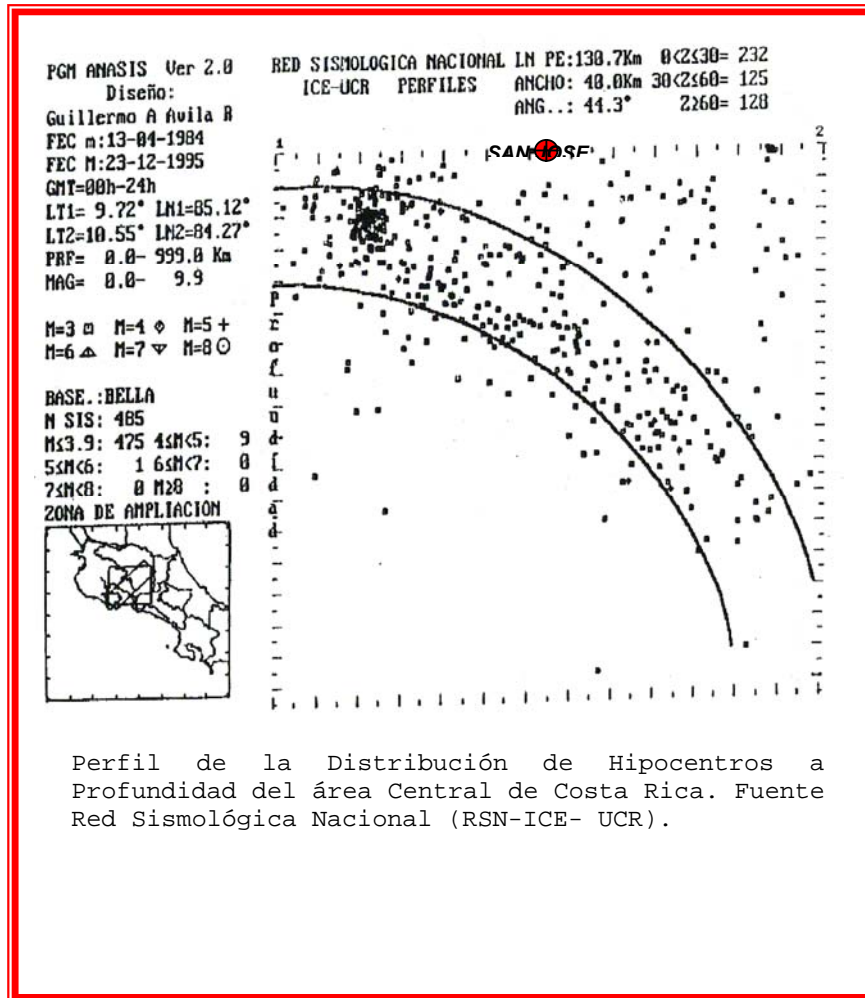


Sismicidad de Costa Rica durante años recientes, temblores detectados y localizados por la Red Sismológica Nacional (RSN-ICE-UCR). El recuadro inferior se ve el área de estudio.

a. La subducción de la Placa Coco en la región Pacífico Norte y Central de Costa Rica:

Este proceso genera temblores a partir del 10 Km, de profundidad bajo el piso oceánico del Pacífico de Costa Rica y hasta profundidades máximas del orden del 100 Km, bajo la región central del país. Esto origina una zona continua e inclinada hacia el Noreste que se denomina la zona de Wadati-Benioff.

GEOAMBIENTE S.A.



GEOAMBIENTE S.A.



Los sismos que ocurren dentro de la zona de estudio del proyecto se dividen en dos subzonas de acuerdo a sus características geométricas y a su origen (Interplaca e Intraplaca).

GEOAMBIENTE S.A.

Listado de eventos de Mag. \geq a 3,5, localizados en la zona de estudio, ubicada entre las coordenadas Lambert 218.800E y 524.200N, con un área de cobertura de 1600 km², para Proyecto del Corredor San José - Alajuela

Nº	AAAAMMDD	HHMMSS	LAT	LON	PRF	MAG
1	19850703	124108	9.82	83.98	78.71	3.70
2	19850801	161514	10.10	84.06	94.08	3.70
3	19850805	014727	10.08	84.21	84.68	3.50
4	19851010	065331	9.91	84.29	62.83	3.50
5	19851020	045221	9.90	84.19	71.77	4.10
6	19860812	230200	10.10	84.28	85.25	4.30
7	19860828	184030	10.02	84.18	83.63	3.50
8	19861005	055330	10.10	84.26	92.18	3.50
9	19861027	024244	10.15	84.17	94.66	3.80
10	19861227	091256	10.07	84.28	78.74	4.20
11	19870322	011829	10.10	84.19	79.39	3.50
12	19870717	004646	10.04	83.96	100.33	3.60
13	19870719	193015	9.92	84.09	69.04	3.70
14	19870728	221417	10.08	83.94	107.88	3.50
15	19880207	185533	10.03	84.19	91.47	3.50
16	19880211	072545	10.10	84.09	84.19	3.69
17	19880323	073903	9.85	84.18	68.89	4.20
18	19880324	043515	10.07	84.18	87.64	3.80
19	19880714	164032	10.12	84.21	89.52	3.70
20	19880831	112622	9.93	84.14	73.53	3.62
21	19880831	145101	10.16	84.20	96.14	3.95
22	19881003	112556	10.14	84.16	91.20	3.81
23	19881003	210739	10.14	84.15	85.45	3.71
24	19881007	190137	10.04	84.14	84.00	3.72
25	19890921	230633	10.07	83.97	107.03	3.60
26	19900327	230509	10.05	84.03	19.05	3.50
27	19900328	004700	10.07	84.09	15.41	3.80
28	19900501	032818	9.92	84.28	22.50	4.50
29	19900501	053106	9.94	84.23	35.80	3.70
30	19900501	073236	9.99	84.04	12.60	3.50
31	19900501	103740	9.87	84.22	23.80	3.90
32	19900502	031636	10.11	84.26	12.60	3.80
33	19900507	112212	9.86	84.28	32.90	3.50
34	19900515	123359	9.80	84.26	4.60	3.70
35	19900516	175057	9.88	84.26	6.00	4.00
36	19900517	022454	9.90	84.17	14.00	3.80
37	19900517	055759	9.94	84.16	4.50	3.50
38	19900524	162228	9.96	84.15	15.40	3.90
39	19900529	195652	9.86	84.26	15.00	4.70
40	19900529	221850	9.90	84.25	13.60	3.90
41	19900530	220521	9.85	84.27	13.90	4.70
42	19900531	040732	9.81	84.25	2.60	3.60
43	19900531	063119	9.90	84.24	23.90	3.90
44	19900531	085453	9.86	84.28	4.00	3.50
45	19900601	042154	9.98	84.27	5.70	3.70

GEOAMBIENTE S.A.

46	19900601	053106	9.94	84.23	35.90	3.70
47	19900607	171948	9.83	84.28	8.10	3.50
48	19900608	055544	9.83	84.27	12.90	3.70
49	19900608	134656	9.90	84.28	7.00	4.50
50	19900608	134912	9.91	84.24	27.70	3.70
51	19900608	230347	9.83	84.28	7.10	3.80
52	19900610	012710	9.88	84.29	5.00	3.70
53	19900630	145907	9.92	84.30	19.50	4.40
54	19900719	183646	10.11	84.26	4.50	3.60
55	19900731	021915	9.88	84.25	17.50	3.60
56	19900821	191522	10.08	83.95	10.70	4.40
57	19900826	010128	10.04	83.99	17.20	3.80
58	19901204	080418	9.96	84.18	2.40	3.60
59	19901222	185427	9.91	84.26	16.00	4.30
60	19901222	185619	9.95	84.21	24.80	4.10
61	19901222	191356	9.84	84.15	23.00	3.60
62	19901222	195328	9.85	84.19	15.40	3.50
63	19901222	211510	9.91	84.29	4.80	3.90
64	19901222	214407	9.89	84.27	5.00	3.80
65	19901222	220217	9.89	84.30	4.00	4.00
66	19901223	020414	9.81	84.29	3.30	3.80
67	19901223	144512	9.88	84.25	3.70	3.70
68	19901226	221944	9.89	84.27	3.40	3.50
69	19910102	032530	9.98	84.22	5.00	3.70
70	19910109	043223	9.89	84.28	27.70	4.00
71	19910206	075011	9.81	84.27	3.70	4.10
72	19910206	211327	9.84	84.29	8.40	3.80
73	19910216	132756	10.00	84.18	10.40	3.80
74	19910216	142027	10.00	84.17	12.40	4.60
75	19910216	201552	10.02	84.17	13.30	3.50
76	19910217	043041	9.98	84.16	11.20	4.40
77	19910219	225734	9.99	84.16	16.70	3.60
78	19910220	115116	9.97	84.16	12.40	3.50
79	19910305	025439	10.06	84.17	6.40	3.60
80	19910305	110631	10.01	84.18	14.80	3.70
81	19910315	144118	9.84	84.26	20.30	4.00
82	19910324	203735	9.87	84.23	13.50	3.50
83	19910408	061222	9.85	84.27	3.90	3.50
84	19910408	161358	10.12	84.13	25.00	3.90
85	19910418	200752	9.81	83.97	75.00	3.70
86	19910429	074808	9.81	84.19	20.14	3.70
87	19910501	091125	9.89	84.00	10.60	3.60
88	19910502	090623	10.09	84.06	44.93	4.10
89	19910511	094522	9.91	84.09	28.75	3.50
90	19910703	023930	10.02	84.23	69.29	3.90
91	19910716	185722	10.01	84.13	23.14	3.90
92	19910719	213937	9.91	84.06	22.29	4.00
93	19910803	132249	9.86	84.00	13.80	3.60
94	19910809	175334	9.81	84.00	5.20	4.40
95	19910811	163316	9.81	83.98	9.10	3.60
96	19910818	213818	9.83	84.00	11.80	3.60
97	19910820	035856	9.80	84.06	13.40	3.60
98	19911007	173836	10.05	83.97	95.29	3.80
99	19911018	113925	9.81	84.27	10.05	3.50

GEOAMBIENTE S.A.

100	19911029	082322	9.81	83.94	74.64	3.70
101	19911030	054618	9.81	84.02	12.00	3.80
102	19920307	055814	10.03	84.19	81.70	4.10
103	19920802	175647	9.93	84.28	14.10	3.50
104	19920828	175431	10.16	84.10	99.90	4.00
105	19920901	093727	9.99	84.07	86.00	3.60
106	19920902	160945	10.16	84.16	82.20	4.10
107	19921025	020952	9.89	84.25	68.10	3.60
108	19921103	114632	9.91	84.14	16.90	4.10
109	19921121	135958	10.04	83.98	20.50	3.50
110	19921123	180218	10.03	84.00	14.60	4.10
111	19921129	173028	9.96	84.18	14.40	3.70
112	19921202	210333	9.98	84.01	10.90	3.70
113	19930110	200342	9.99	84.19	11.40	3.50
114	19930120	041632	9.97	84.19	9.10	4.10
115	19930131	211826	10.13	84.28	90.70	3.80
116	19930206	084413	10.11	84.27	92.20	3.50
117	19930212	172548	9.97	84.18	11.00	3.50
118	19930213	052603	9.99	84.18	10.00	3.60
119	19930213	060017	9.98	84.19	17.00	4.00
120	19930821	170500	9.81	83.95	77.20	3.50
121	19930902	030041	10.06	83.97	13.70	3.50
122	19930913	062740	9.82	84.10	72.80	3.70
123	19930916	231738	9.90	84.13	12.20	3.90
124	19931112	041602	9.83	83.99	20.60	3.60
125	19940111	032531	9.82	84.14	17.50	3.50
126	19940326	114907	10.00	84.16	10.00	3.60
127	19940326	114906	10.00	84.18	3.70	3.70
128	19940404	112607	10.15	84.04	21.10	3.50
129	19940909	115908	9.96	84.04	77.40	3.60
130	19940925	121017	9.83	83.98	22.70	3.50
131	19941114	033535	9.83	84.17	74.70	3.60
132	19950524	071340	9.85	84.27	15.20	3.50
133	19950627	101202	10.15	84.03	47.60	3.50
134	19950709	065557	10.09	84.04	14.50	3.80
135	19951101	070632	10.15	84.13	101.00	3.50
136	19960224	062651	9.94	84.24	66.10	3.60
137	19960329	130304	9.97	84.20	17.40	4.60
138	19970131	230930	10.14	84.25	19.40	3.80
139	19970201	005222	10.16	84.25	13.40	3.70
140	19970213	191735	10.05	84.21	73.60	3.50
141	19970227	031325	9.84	84.07	62.50	3.50
142	19970310	085841	9.91	84.13	61.30	3.80
143	19970318	014603	10.08	84.21	74.80	3.50
144	19970406	172810	9.92	83.98	20.00	4.00
145	19970719	073842	9.99	84.11	35.30	3.80
146	19971010	232947	9.84	84.16	75.40	4.10
147	19971113	101549	9.87	84.07	11.50	3.70
148	19980305	041645	9.82	84.05	63.00	3.80
149	19980306	130921	9.81	83.98	181.00	3.50
150	19980328	111533	10.04	84.00	12.60	3.80
151	19980505	202717	10.13	83.93	22.00	3.70
152	19990113	211408	10.08	84.01	95.10	3.50
153	19990218	015655	10.03	84.08	13.10	3.60

GEOAMBIENTE S.A.

154	19990812	140926	9.97	84.28	81.10	3.70
155	19991009	202506	9.86	84.07	61.00	3.70
156	20000108	203623	10.04	83.96	5.80	3.50
157	20000405	004756	10.13	84.13	89.30	4.20
158	20000511	094042	10.07	84.21	69.40	3.50
159	20000924	112141	9.89	84.12	75.80	3.70
160	20010130	043143	9.92	84.07	5.90	4.00
161	20010130	230519	9.94	84.08	5.40	3.60
162	20010601	030344	9.95	84.12	66.60	3.50
163	20010612	112857	10.14	84.30	20.00	3.50
164	20010701	013751	10.11	84.07	20.00	4.30
165	20010802	055938	9.98	84.16	71.90	3.70
166	20010803	015653	10.05	83.97	9.00	4.20
167	20010805	090032	10.10	84.18	71.10	3.50
168	20010915	024609	9.91	83.97	78.40	3.50
169	20010915	150025	9.82	84.09	64.30	3.50
170	20011014	235418	10.04	83.99	75.70	3.60
171	20011110	203944	9.93	83.98	73.70	3.90
172	20011209	061322	10.04	84.25	66.50	3.80
173	20020319	133122	9.87	84.30	8.20	3.50
174	20020522	140153	10.16	84.21	74.30	3.50
175	20020613	124215	9.97	84.21	20.00	3.90
176	20020826	231522	10.17	83.97	10.30	3.70
177	20020828	113354	9.80	84.28	6.50	4.10
178	20020908	151820	9.93	84.27	10.70	3.70
179	20021117	081443	10.04	83.99	13.20	3.90

GEOAMBIENTE S.A.

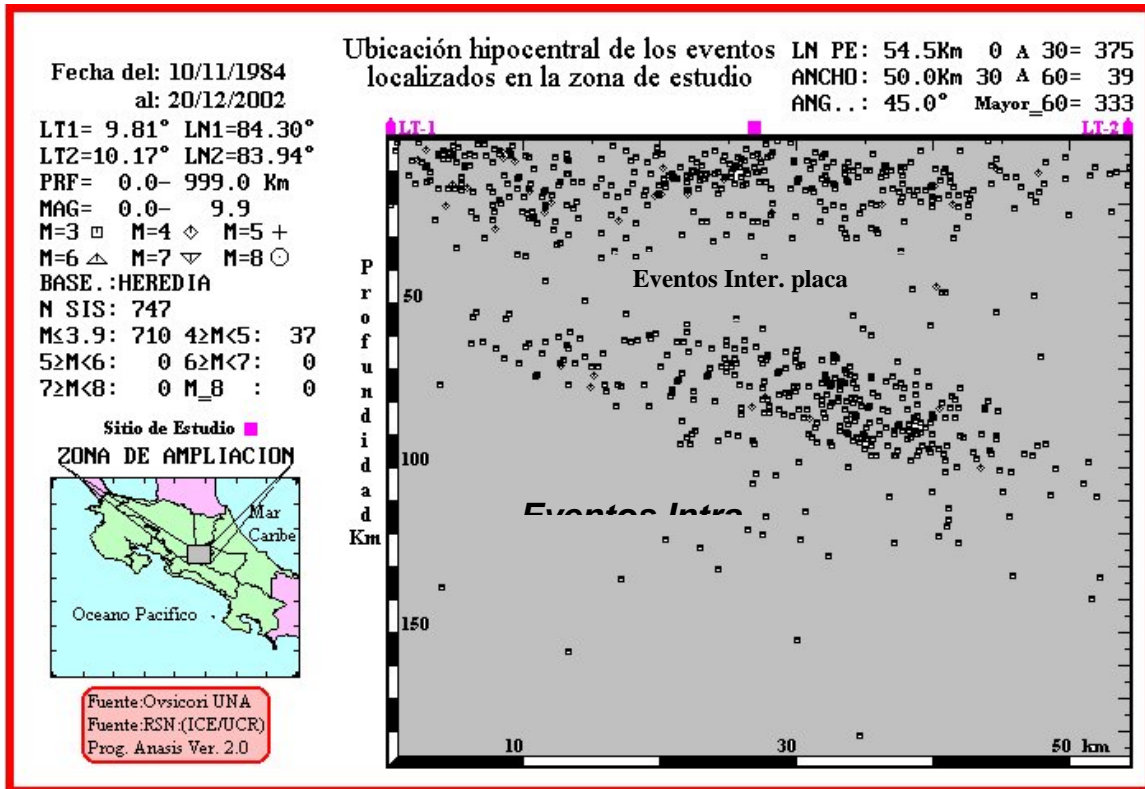


FIGURA N°

I- Los temblores Interplaca:

Estos temblores ocurren a profundidades entre los 10 a 45 m, dependiendo de la lejanía de la fosa. Estos se deben a la interacción de las Placas. La magnitud máxima varía en diferentes segmentos del borde Pacífico. Los eventos inter placa que representa amenaza sísmica al proyecto se distribuyen en tres fuentes sísmicas mayores:

- Zona Sísmica de Nicoya (A1): Fue definida por Morales (1985), se considera una fuente importante de amenaza sísmica al proyecto. Siendo una fuente que ha generado temblores con una liberación de energía de hasta 10¹⁶ erguios. Así abajo de la Península de Nicoya los sismos principales han alcanzado magnitudes de ondas superficiales (Ms), en él orden 7.7, por ejemplo el temblor del 05/10/1950. Esta fuente sísmica se prolonga hasta bajo la depresión del Tempisque-Golfo de Nicoya.

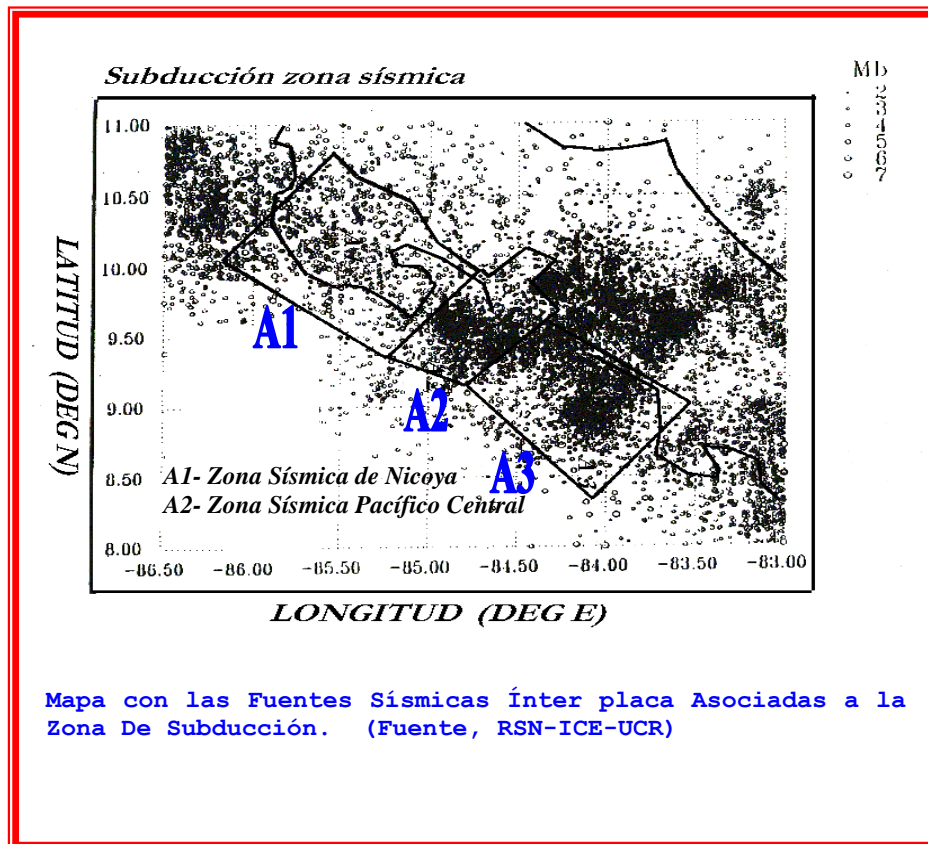
Una ruptura entre los 10 a 50 Km no se esperaría que afecte él proyecto porque la intensidad esperada sería en el orden

GEOAMBIENTE S.A.

de VI y VII en la Escala de Mercalli Modificada, aunque no se pueden de dejar de tomar en cuenta con respecto a la amenaza.

- *Zona Sísmica de Pacífico Central (A2)*: Es la segunda fuente sísmica interplaca de importancia para el proyecto, la cual se le ha modelado con dos provincias sismo tectónicas que comprende: Las Zonas de la Entrada al Golfo de Nicoya y la Región de Parrita. La sísmica determina, que conjuntamente estas zonas de la Costa Pacífica se caracterizan por la recurrencia de ciclos sísmicos cada 20 a 40 años, teniendo en el presente siglo tres ciclos a saber; 1900-1916, 1939-1952 y 1979 hasta el presente.

- *Zona Sísmica de Pacífico Sur (A3)*: Es la Tercera fuente sísmica interplaca de importancia para el proyecto, la cual se le ha modelado con dos provincias sismo tectónicas que comprende: Las Zonas Quepos, Dominical y Fractura de Panamá.



GEOAMBIENTE S.A.

II- Los Temblores Intraplaca:

Estos tienen su origen en el interior de la Placa Cocos, cuando se sumerge dentro de la astenósfera a profundidades mayores de 50 Km. La magnitud máxima observada en estos eventos fue el 19 de noviembre de 1948 (7.0), generado a 70 km de profundidad y localizado bajo el sector oriental de la Cordillera Volcánica Central, siendo el más reciente el del 07 de marzo de 1992 (Mb 6.2), que se localizó bajo Naranjo a una profundidad de 85 Km causando leves daños en la zona ipocentral.

En relación con la recurrencia de temblores por esta fuente sísmica, estos no muestran una ciclicidad tan clara como la que se observa en el caso de los temblores interplaca.

- Fallamiento Cortical de la Región Central de Costa Rica:

Los temblores superficiales del arco interno tienen profundidades menores a 20 Km y se localizan dentro de la Placa Caribe. Tiene como fuentes de diversas fallas que se pueden subdividir en dos grandes grupos:

i - Fallas Localizadas en los Bordes y periferia del Valle Central:

Estas fallas se presentan a ambos lados del Valle Central, con una gran diversidad en su distribución geográfica y en sus patrones geométricos y estructurales.

Las fallas del borde Norte, se localizan en las faldas sur de la Cordillera Volcánica Central, dentro de una zona geológica muy joven, con productos efusivos de origen Vulcano-sedimentario.

El proyecto se localiza, a 5 Km, del sistema de Fallas de Alajuela, la cual presentó actividad muy importante en el año 1888, causando daños diversos a la ciudad de Heredia y a 6 km al este del sistema de Fallas Virilla - Ciruelas - Río Segundo, que tubo actividad durante 1990 y 1991.

En el sector sur del Valle Central, las fallas activas se presentan limitando las estribaciones Noroeste de la Cordillera de Talamanca, área con una complejidad genética, estructural y tectónica bastante complicada.

GEOAMBIENTE S.A.

El sistema de fallas más cercano de esta zona es el Sistema Higuíto - Escazú, el cual se ubica a unos 15 kilómetros del proyecto.

Los sistemas de fallas que amenazan el proyecto, pueden generar sismos a una profundidad entre los 5 a 30 Km y con una variada magnitud.

Las magnitudes máximas esperadas para estas fuentes sismogénicas son las siguientes:

- La región Ante-Arco 7.0 Ms.
- La región Arco Volcánico 7.0 MS.

Tanto los datos históricos, como los instrumentales, muestran que los sismos de fuentes sismogénicas interplaca con magnitudes superiores 5.0 Ms, ocurre en ciclos, cada 25 años, más o menos 12 años.

En cuanto a temblores por el fallamiento regional periférico, no se tiene una ciclicidad, por los escasos datos históricos. Lo que sí coinciden los expertos, es que son eventos bastante esporádicos, con períodos hasta de 100 años a más.

Algunos de los eventos importantes con magnitudes mayores a 3.5 registrados en el presente en la zona de estudio son:

- El del 28 de marzo de 1851 (Ml 6.5) y 30 de diciembre de 1888, los terremotos de Fraijanes que causaron severos daños en Alajuela, con intensidades de VIII MM en San José, Grecia, San Ramón etc. se les asocian al sistema de Falla de Alajuela y el sistema de falla Toro-Poás.
- El del 30 de diciembre de 1888 (Ml 5.0), localizado en la Falla de Toro Amarillo produjeron daños en Alajuela y San José, con intensidades de VII a VIII MM.
- El Terremoto de Sarchi (Tristán y Otros 1912).
- Los Terremotos en el Toro Amarillo de 1911, 1912 y en 1955.
- El terremoto de Alajuela del 22 de diciembre de 1990 (Ms 5.3 a 6.5), con intensidades de VIII MM en Alajuela y San José.
- El terremoto de Puriscal 30 de junio de 1990 (Ml 6.5), con intensidades de VII y VIII MM, en la zona ipocentral, Alajuela, San José y Grecia.

GEOAMBIENTE S.A.

- Los temblores de Barba del 15 de febrero de 1772 y el del 16 de febrero de 1991, con intensidades VIII MM en la región de Alajuela y Heredia, y el de Río Segundo (Ml 4.6).

- El Temblor de Toro Amarillo del 29 de agosto de 1991 (Ms 5.0), que se caracterizó por grandes deslizamientos, y una intensidad de VIII MM.

III- Cálculo de Amenaza Sísmica:

Se considera que las fuentes sísmicas que pueden afectar al proyecto son temblores Interplaca y los de fallamiento superficial (Intraplaca).

Se estima que el temblor "Interplaca" máximo probable, sería de magnitud 7.7 Mw. Con respecto a los "Intraplaca" se esperaría un temblor de magnitud 7.5 Mw. entre 40 - 70 Km de profundidad, de 7.5 entre los 70 a 100 Km y de 7.2 Mw a una profundidad entre 110 a 200 km.

Un dato importante para la mitigación de los riesgos sísmicos, es que la velocidad de la honda cortante (S3), es entre, los 800 a 1200 m/seg.

La aceleración máxima para un espesor de suelos blandos de 29.5 a 53.0 m de profundidad, es de 2.8 a 6.3. m/seg. (Climent et al, 1994), con un período de oscilación de 0.34 a 0.85, una amplificación máxima de 0.50 a 0.80, y con un período de predominio del terremoto de 25 a 35 seg.

Amenaza por Inestabilidad de Laderas:

El área en que se desarrollará el proyecto es plana a levemente ondulada, no tiene un patrón de drenaje definido. El régimen de las aguas es laminar, con una gradiente muy baja.

En cuanto a cortes y taludes los trabajos de movimiento de tierra serán de escasa elevación, y se harán conforme corresponda a las necesidades del trazo y las condiciones del suelo, con inclinaciones moderadas.

Amenaza Volcánica:

La cordillera volcánica Central está conformada de este a oeste por los Volcanes de Turrialba, Irazú, Cerros Zurquí, Barba, Poás y Platanar.

GEOAMBIENTE S.A.

El sitio a desarrollar por el proyecto, se ubica a unos 25 Km, al Sureste del Volcán Poás y a 14 Km, al Sur del cráter principal del volcán Barba.

a- Volcán Poás:

Actualmente la actividad del volcán Poás es principalmente exalativa, es decir con predominio de producción de gases. Son comunes las erupciones de tipo freática y geyseriforme, con columnas de cenizas en forma de penachos, producto de los fenómenos asociados a la desecación de la laguna.

El tipo de erupción puede ser explosivo a estromboliana, freatomagmatica y vulcaniana, Con un índice de peligrosidad de 10 (Paniagua et al, 1993).

Históricamente se conocen 5 erupciones importantes del Volcán Poás, ocurridas en el año 1834, 1880, 1910, 1914-1915 y 1953-1955.

Por la distancia y ubicación del proyecto con respecto al centro eruptivo del Volcán Poás, éste no es, un riesgo ni amenaza para el proyecto

b- Volcán Barba:

La actividad del Barba a sido pliniana a estromboliana, al menos con unos eventos de nubes ardientes de gases y cenizas de muy alta temperatura (1000 °C) y gran velocidad.

Este volcán tiene una quietud de más de 300 años, no presenta en la actualidad actividad, con excepción del cerro Camaquire donde hay una actividad residual de sulfataras y fuentes termales.

El riesgo volcánico, generado por este macizo, que es el más cercano a las instalaciones del proyecto es:

I- Caída de piroclastos:

De acuerdo a los vientos que soplan en el Valle Central de oeste - Suroeste, el proyecto sería afectado por posible caída de cenizas de erupciones en el Macizo del Irazú, aunque esto no es definitorio ya que la caída de cenizas va a depender de la dirección de los vientos y la fuerza de los mismos en el momento de una posible erupción.

La probabilidad de fuertes caídas de ceniza debido a la actividad del Barba, sería a mediano plazo (decenas a cientos de años), puesto que no sé tiene un registro histórico documentado.

GEOAMBIENTE S.A.

II- Emisión de Flujos de Barro (Lahares):

Los Lahares son flujos de escombros, cenizas y arenas, que se desplazan por los cauces de los ríos con mucha energía, los cuales son muy destructivos. Estos flujos al llegar a una zona de baja pendiente forman los denominados abanicos. Son eventos generados por lluvias torrenciales que normalmente ocurren durante las erupciones volcánicas o por el desbordamiento y ruptura de lagunas cratéricas u otros dentro del mismo macizo.

El área donde se ubica el proyecto, no está muy cercana a la base del flanco Sur del Volcán Barba, esto no representa un riesgo, en cuanto al comportamiento de los flujos, ya que estos al alcanzar las zonas de baja pendiente, pierden su energía y tienden a dispersarse.

Por la ubicación del proyecto entre los ríos Segundo y Bermúdez, la posibilidad de ser afectado por uno de estos fenómenos es baja, siendo la probabilidad de ocurrencia a muy largo plazo.

III- Emisión de Coladas de Lavas:

La velocidad y el alcance de las coladas de lavas o rocas fundidas dependen de las características químicas y mineralógicas, así como del volumen de efusión. Las lavas más jóvenes del volcán Barba han sido eructadas desde el flanco sur y no han alcanzado grandes extensiones quedando restringidas a las zonas altas del macizo. No se esperaría un impacto directo por estos procesos en el sitio del proyecto por su ubicación y distancia.

Apertura de Nuevos Conos:

Dentro de la estructura del volcán, existen zonas de debilidad denominadas "rift". En estas zonas puede ocurrir la formación de cráteres y conos o bien, efusión de lavas. En el Barba la zona de Fractura se extiende por 19 Km. En dirección NW- SE y tienen un ancho de 3 Km. Estos procesos normalmente se asocian a erupciones de características muy explosivas y pueden ocurrir a largo plazo, por lo que el potencial de amenaza, es bajo para el proyecto.

Lluvia Ácida:

La precipitación ácida o lluvia ácida puede ser originada por la naturaleza, en el caso de la actividad industrial y el crecimiento urbano. Los gases volcánicos contienen en general agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre, ácido clorhídrico, hidrógeno etc. En caso del volcán Poás, los

GEOAMBIENTE S.A.

gases que se emanan se componen principalmente de agua, CO₂, H₂F, HF y SO₂, este último componente genera la alta acidificación del agua, por lo general con un Ph menor de 3, en la zona cuspidal y cercanías a la cúspide (Menos de 6 Km).

EL área afectada por la dispersión de lluvias ácidas depende de la intensidad de la actividad volcánica y el régimen de vientos, por lo que la amenaza para el proyecto sería nula a corto y largo plazo, tomando en cuenta que no se tiene un registro histórico documentado para el macizo del Barva.

Amenaza de Erosión:

El régimen hídrico del área esta definido por la estacionalidad de las lluvias y la estructura y contornos del Valle Central. Esto da origen a una red hídrica Tipo rectangular con flujos de aguas profundos. Este desarrollo de la red de drenaje es consecuencia directa de la tectónica y de lo poco consolidados de los sedimentos volcánicos, que son fáciles de erosionar.

En términos generales los cauces principales son profundos, bien desarrollados, con buenos caudales de escorrentía de canal durante casi toda las épocas del año.

De acuerdo con las características morfométricas y geomorfológicas, las tierras en la región donde se ubica el proyecto, son plano - onduladas, con una pequeña gradiente al Suroeste - Oeste, lo que concentra la escorrentía en el cauce denominado el río Segundo y la quebrada Las Fuentes, afluente del Río Bermúdez, que es el colector principal al sur del proyecto.

El río Segundo es el drenaje natural al norte del proyecto a la altura de la localidad de Río Segundo. La cuenca tributaria es un área muy extendida, la cual se encuentra muy desarrollada, con un índice de cobertura alto, por lo que su índice de forma acusa la cualidad de transferir altos caudales.

Los altos valores de precipitación (146 a 184 mm/hora) en la región, nos indican que el río presenta valores extraordinarios de escorrentía superficial, que se concentran en un periodo de tiempo corto, debido a que unifican aguas de arrollada que se desarrollan sobre los terrenos cercanos al cauce.

GEOAMBIENTE S.A.

La morfometría de la cuenca, acusa evidencias de transporte de un flujo relativamente alto de agua, durante la existencia de lluvias importantes. Esto genera efectos importantes de erosión en el cauce, principalmente en las laderas desnudas mas escarpadas y en donde los taludes son más altos, no así en las tierras aledañas al proyecto donde la topografía es relativamente plana, por lo que la erosión es laminar y menos concentrada.

La quebrada Las Fuentes se ubica más o menos al centro del área del proyecto. Es el drenaje natural de las fuentes de Ojo de Agua. La cuenca tributaria es un área poco extensa, la cual se encuentra muy poco desarrollada, con un bajo índice de cobertura, por lo que su índice de forma, acusa la cualidad de transferir un bajo caudal.

No obstante por la longitud de cauce, lo amplio de la cuenca tributaria; esta capta un buen volumen de aguas pluviales.

Los altos valores de precipitación (146 a 184 mm/hora) en la región, nos indican que la quebrada presenta valores extraordinarios de escorrentía superficial, que se concentran en un periodo de tiempo muy corto, debido a que unifican aguas de arrollada que se desarrollan sobre los terrenos cercanos al cauce.

Amenaza por Inundación:

Los principales sistemas fluviales que dominan el área del proyecto, lo constituyen, como ya se indicó, la quebrada Las Fuente y Río Segundo. Estos fluyen con una gradiente hacia al Suroeste, que es el patrón general de escorrentía superficial en toda el área de interés.

Las características morfométricas de las cuencas, evidencian un comportamiento de torrente. Sus cuencas presentan una topografía abrupta, alargada y estrecha., labrado en los depósitos volcánicos.

La quebrada Las Fuentes constituye el desaguadero natural dentro de la zona de estudio, atraviesa el lineamiento de la radial. La cuenca tributaria es poco extensa, se encuentra desarrollada y urbanizada, con un alto índice de impermeabilización, por lo que acusa la capacidad de transferir un alto caudal en tiempo de lluvias.

Los altos valores de precipitación (146 a 184 mm/hora), nos indican que la quebrada, puede presentar eventos

GEOAMBIENTE S.A.

extraordinarios de escorrentía superficial, los cuales se concentran en un periodo de tiempo muy corto (8.52 min), ya que unifica las aguas de arrollada que se desarrollan sobre las tierras cercanas al proyecto.

Estos altos volúmenes de agua instantáneos, pueden generar efectos por desbordamiento de las márgenes a la altura del proyecto, principalmente las áreas donde la diferencia de elevación entre el cauce y la margen del terreno es menor a 50 cm.

Por lo tanto, de acuerdo a los análisis hechos, se recomienda que, debido al riesgo de que la quebrada Las Fuentes ante eventos extraordinarios de precipitación genere altos caudales de escorrentía, que puedan afectar parte del proyecto, la modificación del cauce de dominio Público por medio de una recaba, profundización y colocación de una tubería adecuada, así como un programa de limpieza y mejoras aguas bajo, para que la quebrada no genere efectos y daños, principalmente en zonas estranguladas como son puentes o otras obras cercanas al cauce.

El río Segundo constituye el desaguadero natural al norte de la zona de estudio, atraviesa el lineamiento de la radial. La cuenca tributaria es muy extensa, con un alto índice de impermeabilización, por lo que acusa la capacidad de transferir un alto caudal en tiempo de lluvias.

Los altos valores de precipitación, nos indican que puede presentar eventos extraordinarios de escorrentía superficial, los cuales se concentran en un periodo de tiempo muy corto. Estos altos volúmenes de agua instantáneos pueden generar efectos por desbordamiento de las márgenes a la altura del proyecto, principalmente las áreas donde la autopista se acerca al río y donde la diferencia de elevación entre el cauce y la margen del terreno es menor a 1.00 m.

Por lo tanto, de acuerdo a los análisis hechos, se recomienda que, debido al riesgo de que el río en eventos extraordinarios de precipitación genere altos caudales de escorrentía que puedan afectar parte del proyecto, la modificación del cauce de dominio Público, por medio de una recaba, profundización y colocación de una tubería adecuada para drenajes, así como un programa de limpieza y mejoras aguas bajo, para que la el río no genere efectos y daños, principalmente en zonas estranguladas asociada al

GEOAMBIENTE S.A.

futuro puente a construir y a otras obras cercanas al cauce.

Licuefacción. Dada la composición del suelo en el área del proyecto, se descarta la amenaza de licuefacción ante un evento sísmico de dimensiones esperadas.

Susceptibilidad.

- Análisis de obras y condiciones del medio:

Para realizar este trabajo se analizaron los elementos que inciden sobre el ambiente, el paisaje y las comunidades o habitaciones a lo largo de la ruta.

Esta prospección preliminar permite acercarse a la identificación de impactos y a proponer las necesidades de mitigación.

Las áreas críticas o de susceptibilidad alta (por susceptibilidad del medio) serán aquellas que merezcan especial atención y en las cuales se deberá realizar:

- a. Estudios específicos, o.
- b. Planes de monitoreo/ control o de manejo, y
- c. Medidas correctoras/ minimizadoras de impactos ambientales.

La radial San Antonio de Belén Río Segundo de Alajuela es un nuevo trazado de una carretera que se inicia en la Panasonic y termina en la intersección de Río Segundo, donde se conecta con la Autopista General Cañas, para un trazado de 2783.5 metros.

Contará con:

- un ancho de 4 vías,
- dos intercambios al inicio y final,
- un puente sobre el Río Segundo,
- dos pasos de nivel para los caminos vecinales de Calle Cañada y Ojo de Agua-Aeropuerto,
- así como un área de peaje, con su correspondiente centro de control.
- Bahías para buses, con acampadero.
- Postes para teléfonos de auxilio (SOS).
- Pasos peatonales.
- Iluminación, señalización.

La ruta transcurre por una zona rural de topografía plana a ondulada, cruzada por el sistema hidrológico de la quebrada La Fuente y el Río Segundo. Un parche de árboles de tipo secundario destaca cerca del trazado de la radial.

GEOAMBIENTE S.A.

La susceptibilidad del área se refiere a la fragilidad de elementos naturales o humanos ante las acciones y efectos del proyecto:

- Suelos: En línea de trazado, el desmonte y los cortes facilitarán la pérdida de suelos por arrastre de la escorrentía superficial y acción del viento, además, se compactará el suelo en todo el AID y se perderá para otros usos.
- Agua: Existen áreas de alta susceptibilidad en zona de cauces y nacientes cercanas a la contaminación, así como a la modificación de los patrones de drenaje y recarga.
- Aire: Los efectos sobre el aire serán ruidos, humos, polvo, trepidaciones, si bien los dos últimos serán efectos pasajeros.
- Riesgos de accidentes: Aumentará el riesgo en el área de proyecto y de influencia directa, tanto en etapa constructiva como etapa operativa, por la realización de obras (equipo, maquinaria, materiales, excavaciones, etc.) y el tránsito de vehículos por la nueva carretera. Otro tipo de riesgo es el de las obras frente a eventos naturales como sismos e inundaciones.

Para definir los rangos de susceptibilidad del entorno del proyecto se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

SUSCEPTIBILIDAD ALTA: Se estimó alta la susceptibilidad de las áreas de intersecciones con carreteras de alto volumen de circulación, cañones de ríos profundos y zonas de cortes mayores. La susceptibilidad, ya sea en el proceso de construcción como en el de operación, se refiere tanto a los usuarios como para los elementos naturales agua y suelo, así como la desmejora del aire, y los riesgos ante sismos u otro evento. Las obras de intervención en estas áreas son más relevantes y el monitoreo más prolongado.

En esta categoría se consideran las intersecciones de San Antonio y Río Segundo, especialmente la última por el alto volumen de la autopista General Cañas. También se considera la construcción del puente sobre el Río Segundo.

SUSCEPTIBILIDAD MEDIA: Se incluyen en esta categoría, los pasos de nivel, cauces bajos, cortes de taludes regulares. El riesgo o efecto en el medio natural o humano, a pesar de ser menor, incluye la necesidad de medidas preventivas o

GEOAMBIENTE S.A.

correctivas para mejorar los niveles de seguridad y reducción del deterioro ambiental.

Entre estas zonas se destacan el cauce de la quebrada La Fuente y el paso de nivel de la calle Cañada, así como las pistas de aproximación del puente sobre el Río Segundo.

SUSCEPTIBILIDAD BAJA: Son las zonas planas, cortes pequeños. Las medidas paisajísticas tendrán como objetivo mejorar la calidad del entorno.

Las partes de la radial que transcurren por campos de cultivo cerca de calle Cañada y en las inmediaciones del cementerio de Río Segundo se encuentran en esta clasificación.



RADIAL SAN ANTONIO - RIO SEGUNDO

FOTOS

CORREDOR SAN JOSE-SAN RAMON
Análisis y evaluación de Caracterizaciones Ambientales.
GEOAMBIENTE. s.a.
Consultoría Ambiental
1/2005
fotos. M. Bermúdez



GEOAMBIENTE S.A.

ESTACION DE LA VIA	OBRA A CONSTRUIR	IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
5+200 – 5+300	demolición casa	excavación	trazado topográfico y cimentación
5+300 –5+532	taludes corte	excavación	análisis estabilidad
5+700-5+800	entubar quebrada	excavación y drenaje	estudio hidrológico y cimentación
5+890	paso a desnivel	excavación	taludes y estudio estabilidad
6+650	paso desnivel	excavación	taludes y estudio estabilidad
6+700	paso en zona de precario	demolición y traslado precario	reubicación, paso a desnivel
6+800-7+200	puente río Segundo y paso en flanco de lomas	Estabilidad taludes y seguridad conducción, acuíferos artesianos brotando a superficie	Estabilidad taludes, cimentación, mitigación de daños hidrogeológicos importantes, cambio de trazado de la ruta
7+800	paso desnivel marginal	excavación	taludes y estudio estabilidad
7+950	paso desnivel General Cañas	excavación	taludes y estudio estabilidad

GEOAMBIENTE S.A.



GEOAMBIENTE S.A.



Las áreas intermedias, de susceptibilidad media, (zonas de pendientes más pronunciadas, columpios, zonas de valor paisajístico, con riesgo de seguridad, paradas de buses y similares), son menos susceptibles a efectos negativos sobre el medio (natural y/o social) pero que requerirán:

- a. Planes de monitoreo, y
- b. Medidas preventivas.

Las áreas clasificadas como no críticas, de baja a nula susceptibilidad, (zonas planas con buena visibilidad), serán aquellas en las cuales los efectos ya han sido generados y el estado del medio actual, por ser zonas menos susceptibles, no requieren más que:

- a. Monitoreo.
- b. Medidas de ornato.

Las clasificaciones se hicieron según el ámbito de especialidad profesional de los participantes (Geología, hidrología, flora, seguridad humana, riesgos naturales, etc.). En todas las clasificaciones se tuvo presente el elemento seguridad humana.

GEOAMBIENTE S.A.



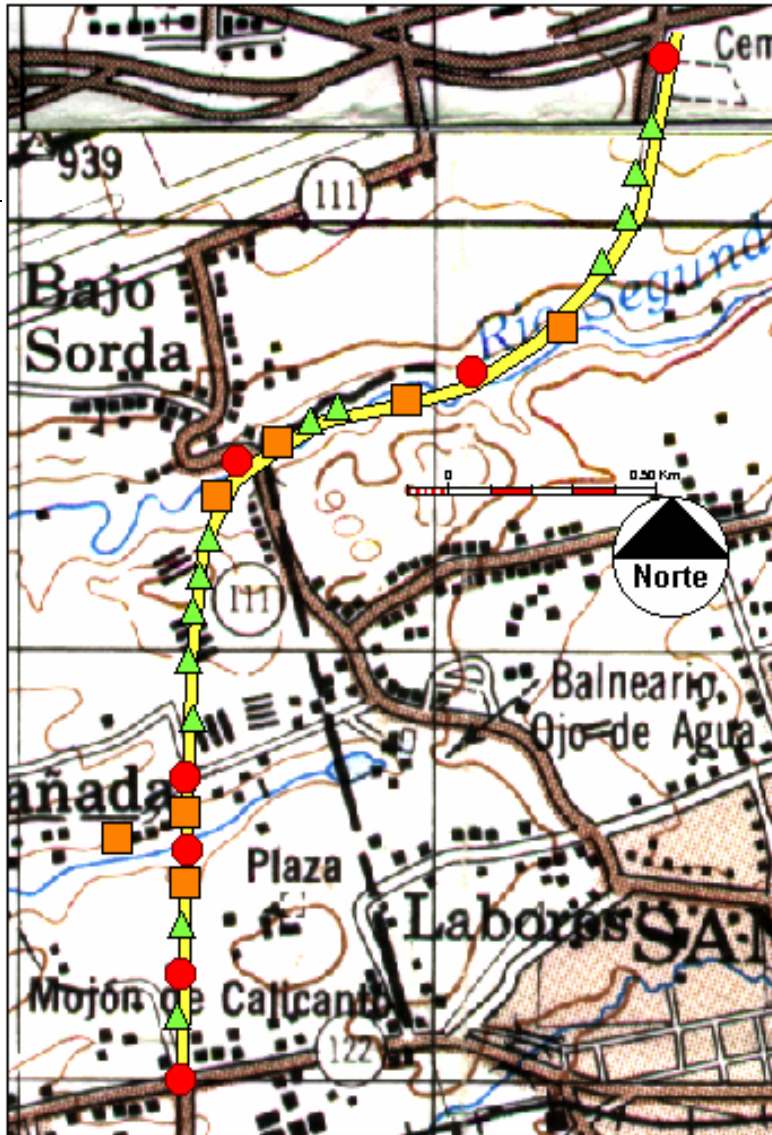
FOTO TERRA

SAN ANTONIO - RIO SEGUNDO




CORREDOR SAN JOSE-SAN RAMON
Análisis y evaluación de Caracterizaciones Ambientales .
GEOAMBIENTE. s.a.
Consultoría Ambiental
1/2005
Dib. M. Bermúdez



GEOAMBIENTE S.A.



RADIAL SAN ANTONIO - RIO SEGUNDO

-  ZONAS de áreas de mayor susceptibilidad.
-  ZONAS susceptibilidad MEDIA
-  ZONAS de susceptibilidad menor o nula.

CORREDOR SAN JOSE-SAN RAMON
Análisis y evaluación de Caracterizaciones Ambientales.
GEOAMBIENTE. s.a.
Consultoría Ambiental
Esc. indicada
1/2005
Dib. M. Bermúdez



GEOAMBIENTE S.A.

6. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO.

6.1. Flora.

6.1.1. Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción.

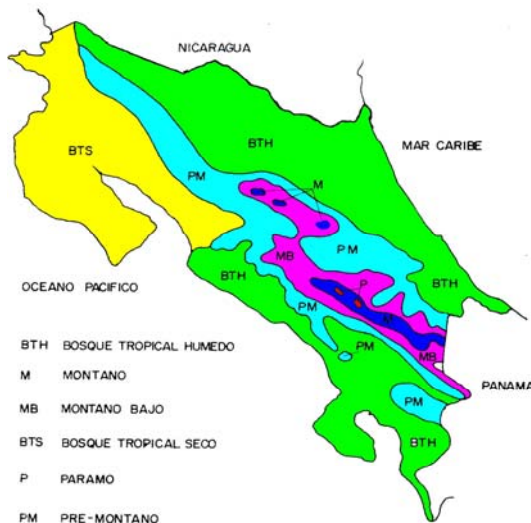
6.2. Fauna.

6.2.1 Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción.

6.3. Ecosistemas frágiles o zonas protegidas.

6.4. Inventario Forestal.

El ambiente biológico es la resultante de la interacción de los componentes climáticos, la geomorfología y la biota adaptada a las condiciones físico-ambientales y a la acción cultural.



Cuando las condiciones físico-ambientales son coincidentes se conforman ecosistemas cuyas características son semejantes, por lo que se tienen zonas de vida reconocibles. De esta manera tenemos cinco pisos de altitud denominados basal, premontano, montano bajo, montano y páramo, con sus diversas manifestaciones dependiendo del régimen de lluvias, ya sea seco, húmedo, muy húmedo o pluvial.

Dentro de cada zona de vida cualquiera que sea la terminología usada, áreas con similitudes de clima y altitud, se desarrolla una clase de bosque semejante en términos generales, sin embargo, dentro de una zona de vida o en zonas de vida iguales se puede encontrar diversas tipologías de bosques o asociaciones vegetales atípicas, así como especies aisladas.

La biodiversidad de especies se entiende como el resultado de un proceso evolutivo y se define como el número de especies de flora y fauna que existe en una región en un momento determinado. Una idea general de la biodiversidad del país es la cantidad de ecosistemas presentes, cerca de

GEOAMBIENTE S.A.

20. Muchos de estos ecosistemas tienen además diversos estadios de sucesión vegetal, desde pioneros y charrales, hasta bosque secundario y primario. Además, presentan varios estratos de arbustos y árboles, con pisos de sotobosque, dominados, dominantes y dosel.

6.1. Flora.

La vegetación de la meseta central se caracteriza por el elevado nivel de intervención humana, donde la explotación maderera, el establecimiento de pastos y cultivos, el abandono de tierras no aptas para la agricultura, el establecimiento de industrias y la expansión de zonas residenciales, han creado un mosaico de usos donde la vegetación nativa no es predominante.

En la Meseta intermontana la vegetación original, donde eran frecuentes los bosques de premontano con leguminosas, meliáceas y lauráceas como elementos sobresalientes, ha sido sustituida por cultivos, especialmente cafetos, caña de azúcar y maíz. En los bordes de las quebradas y ríos se conservan algunos parches de bosques de galería donde se aprecian espavel, ceibo, guaba, ojoche, guácimo. En terrenos abandonados, charrales y tacotales se observan especies pioneras de crecimiento secundario como guarumo, balsa y targuá. En las cercas de las fincas se utilizan árboles como postes vivos, por lo que son abundantes el jiñocuave, madero negro y jocote. Para sombra de pastos y cafetos se mantienen higuerones, poró, roble de sabana, cedro. En las zonas rurales se conservan frutales de aguacate, guayaba, anona.

6.1.1. Tipo de vegetación de la zona

A pesar de tener un microclima menos lluvioso que el resto del valle central, la vegetación establecida difiere muy poco de la de sectores como Heredia y San José.

La zona forma parte de la meseta central, donde ha ocurrido el mayor impacto del desarrollo agrícola, industrial y urbano del país, especialmente en el piedemonte y partes bajas de las faldas de los volcanes y las estribaciones de la cordillera de Talamanca. Los cultivos de subsistencia y luego el cafeto, dominaron el paisaje rural de los diversos pueblos aislados que conformaron luego el Gran Área Metropolitana. El auge industrial y la generación de empleos provocaron masivas migraciones desde zonas alejadas de la capital, generando extensas zonas residenciales.

GEOAMBIENTE S.A.

Ejemplos de especies comunes y abundantes

Especies	Nombre común
<i>Anacardium excelsum,</i>	espavel
<i>Andira inervis,</i>	Almendro
<i>Apeiba tibourbou,</i>	Peine mico
<i>Aphelandra golfodulcensis</i>	pavoncillo
<i>Araceae (monstera, philodendrom)</i>	Mano tigre
<i>Attalea butyracea,</i>	Palma Ojoche
<i>Brosimum alicastrum,</i>	
<i>Bursera simaruba,</i>	Jiñote
<i>Calathea,</i>	Bijagua
<i>Carapa guianensis,</i>	cedro
<i>Cecropia obtusifolia,</i>	Guarumo
<i>Cecropia peltata,</i>	Guarumo
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceibo
<i>Chryosophila guagara,</i>	Palmito
<i>Dieffenbachia</i>	Pata
<i>Elaeoluma glabrescens,</i>	carey
<i>Erythrina costaricensis,</i>	Poró
<i>Ficus werckleana,</i>	Mastate
<i>Geonoma congesta</i>	Cola gallo
<i>Gliricidia sepium,</i>	Madero negro
<i>Guazuma ulmifolia,</i>	Guacimo
<i>Heliconia</i>	Platanilla
<i>Hura crepitans,</i>	Jabillo
<i>Luehea seemanii,</i>	Guacimo
<i>Miconia argentea</i>	Lengua vaca
<i>Muntingia calabura,</i>	Capulin
<i>Ochroma pyramidale,</i>	Balsa Zacate
<i>Panicum,</i>	
	Pasto
<i>Paspalum</i>	
<i>Scleria melaleuca.</i>	navajuelo
<i>Scleria secans,</i>	navajuelo
<i>Spondias mombin,</i>	Jobo
<i>Swartzia panamensis,</i>	carboncillo
<i>Terminalia catappa,</i>	Almendro
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble sabana
<i>Virola sebifera</i>	Fruta dorada
<i>Vitex cooperi.</i>	Cacho venado

GEOAMBIENTE S.A.

6.1.2. Dentro del área de proyecto.

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, basada en biotemperaturas, la región de estudio corresponde al Bosque Premontano Húmedo, el cual se ubica en laderas montañosas de altura media (cercana a los 1000 msnm) con climas de cálidos (temperatura media diaria de 20 a 22°C.) precipitación moderada (en el rango de precipitaciones medias anuales acumuladas entre los 1000 y 2000 mm de lluvia) y poco déficit hídrico.

La vegetación nativa original estaba constituida por asociaciones mixtas de lauráceas, leguminosas y familias menores como meliáceas y moráceas. Entre las especies más destacadas se encuentran Mangifera, Persea, Cordia, Tabebuia, Gliricidia, Dyphisa, Sapium, Zantoxylum, Inga, Ficus, Cedrela, etc. Los crecimientos secundarios se constituyen de Ochroma, Piper, Acnistus, Croton, Ricinus, Cecropia.

En lo posible, para las labores de revegetación en los cauces de las quebradas y ríos en esta zona, se recomienda la siembra de especies nativas de rápido crecimiento típicas de estos ecosistemas nativos.

Al ser una nueva radial, la carretera se construirá en terrenos actualmente ocupados por cultivos agrícolas, especialmente pastos, café, cultivos anuales y jardines. Algunos árboles se conservan como postes vivos de cercas, sombra, frutales u ornamentales.

6.1.3. Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción.

No se menciona la presencia de especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción, así como especies indicadoras dentro de los límites de la zona que ha sido muy alterada, donde los usos más comunes son los cultivos y la ganadería.

Los terrenos de este sector del valle central han sido sometidos a prácticas culturales durante siglos, por lo que la existencia de especies de "importancia" evolutiva es nula.

Son especies de flora con poblaciones reducidas las siguientes: *Droceraceae* (plantas atrapa-moscas),

GEOAMBIENTE S.A.

Tillandsiae (piños, piñuelas), *Cactaceae* (cactus), *Cyatheaceae* (helecho arborescente), *Dicksoniaceae* (helecho arborescente), *Lophosoriaceae* (helecho arborescente), *Metaxyaceae* (helecho arborescente), *Zamiaceae* (zamia), *Orchidaceae* (orquideas) excepto las especies declaradas en peligro de extinción: *Cattleya dowiana*, *Oncidium kramerianum*, *Trichopilia suavis*, *Acineta chrysantha*, *A. erythroantha*, *Arpophyllum giganteum*, *Coryanthes hunteriana*, *C. maculata*, *C. speciosa*, *Cycnoches egertonianum*, *C. tondozi*, *C. ventricosum*, *Cyrtopodium punctatum*, *Epidendrum pseudepidendrum*, *E. pendens*, *Eriopsis biloba*, *Huntleya fasciata*, *Lacaena spectabilis*, *Macrademia brassavolae*, *Masdevallia reichenbachiana*, *M. tonduzii*, *Oerstedella endresii*, *Notylia spp.* (todas las especies), *Oncidium ampliatum*, *O. schoederianum*, *Otoglossum chiriquense*, *Phragmipedium caudatum*, *P. longifolium*, *Peristeria elata*, *Polycychnis gratiosa*, *P. muscifera*, *Rossioglossum shlieperianum*, *Teuscheria horichiana*, *T. pickiana*, *Trichopilia tortilis*, *Trevoria glumacea*

6.2 Fauna.

Las especies de animales presentes en una comunidad son el reflejo del componente vegetal, ya que de él dependen para su alimentación, refugio y nicho ecológico. La diversidad de los frugívoros, insectívoros, nectívoros y omnívoros depende directamente en forma proporcional al índice de diversidad física y vegetal.

6.2.1. Fauna característica de la zona.

Las especies adaptadas a la presencia humana y los ambientes urbanos son más abundantes en la zona, entre las que podemos citar insectos, roedores, garrobos, zorro pelón, y ardillas. Entre las aves son más frecuentes las viudas, comemaíz, yigüirro, pecho amarillo, bobo, colibrí, tortolita, paloma, zopilote, pericos, etc. Los grandes mamíferos, a excepción de los domésticos, están ausentes.

La fauna es escasa, principalmente debido al uso actual del suelo, reportándose la presencia ocasional de ardillas (*Sciurus* sp), yigüirros (*Turdus grayi*), pericos (*Brotogeris* sp), pecho amarillo (*Myiozetetes similis*) y otros. También es posible encontrar viudas, comemaíz, sanate, ratas, zorro pelón (*Didelphys marsupialis*), etc.

GEOAMBIENTE S.A.

Es de esperar que la actividad, por el ruido generado, provoque un desplazamiento de algunas comunidades de fauna hacia sitios aledaños, especialmente hacia el las arboledas de los cañones de los ríos cercanos.

La fauna terrestre existente en el sitio del proyecto se limita a un número muy reducido de especies, ya que las comunidades de fauna dependen directamente de la diversidad de comunidades vegetales que les brindan refugio y alimentación.

También es factible encontrar elementos de fauna ocasionales o de paso con un ámbito geográfico de distribución más amplio, como aves (palomas, gavilanes, pericos, sanates, zopilotes, etc.), culebras y pequeños mamíferos (chisas, ratas, armadillo, cusuco, etc.).

En los cauces de los ríos la fauna acuática es muy limitada a especies menores capaces de resistir los altos niveles de contaminación presentes, tanto por desechos industriales como por aguas servidas de zonas residenciales. Mojarras (*Cichlasoma*), olominas (*Poeciliidae*), barbudos (*Rhamdia*) o sardinas (*Characidae*) son las especies de peces pequeños que podrían encontrarse, dentro de una diversidad de especies baja, donde son más relevantes las larvas de insectos. También es posible encontrar renacuajos de anfibios, por ejemplo de *Bufo*.

Los elementos más sobresalientes de la fauna en los alrededores de los cauces son insectos y animales menores, así como roedores, ranas y algunas aves.

Las especies migratorias de aves que podrían presentarse en el área del proyecto serían las mismas que ocurren en el Valle central de San José, entre las que podemos citar las reinitas.

La vegetación ornamental del proyecto puede servir de refugio temporal o de fuente de alimentación para estas especies. No se detectaron organismos de interés económico o científico.

6.2.2. Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción.

No se menciona la presencia de especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción, así como especies indicadoras dentro de los límites de la zona.

GEOAMBIENTE S.A.

En el pasado se destaca la cacería y el vandalismo, así como la alteración y los cultivos y ganadería como las causas de la poca biodiversidad. Por ser un ambiente rural, donde la vegetación dominante son los cultivos, no se encuentran especies amenazadas o en peligro de extinción.

A nivel nacional se reconocen 85 especies de aves, 15 de mamíferos, 81 de anfibios y 28 de reptiles con poblaciones reducidas o amenazadas y 17 especies de aves, 13 de mamíferos, 2 de anfibios (se incluye aquí el sapo dorado, especie de la cual hace seis años no se tienen reportes) y 8 de reptiles con poblaciones en peligro de extinción. Se consideran especies de fauna con poblaciones reducidas o amenazadas y con poblaciones en peligro de extinción las incluidas en el siguiente cuadro) (DECRETO N° 26435-MINAE, Gaceta del 3 /12/97.

Número de especies amenazadas por grupo a nivel nacional

taxones	Reducidas o amenazadas	Peligro de extinción
Antozoa	2	
Hidrozoa	2	
Insecta	2	
Aves	85	17
Mamíferos	15	13
Anfibios	81	2
Reptiles	28	8
total	215	40

GEOAMBIENTE S.A.

Lista de especies amenazadas. Gaceta 11 del 16/01/89
 decreto 18739

Especies	Nombre común
AVES	
	Gongolona
<i>Tinamus mayor</i>	
<i>Nothocercus bonapartei</i>	Tinamú serrano
<i>Crypturellus boucardi</i>	Gongolona
<i>Pelecanus erithrorhynchus</i>	Pelícano blanco
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo
<i>Jabiru mycteria</i>	Galán sin ventura
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Piche canelo
<i>Dendrocygna viduata</i>	Piche careto
<i>Cairina moschata</i>	Pato real
<i>Oxyura donúnica</i>	Pato enmascarado
<i>Sarcoramphus papa</i>	Rey de zopilote
36 especies	Aguilas y gavilanes
<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora
13 especies	Halcones
<i>Crax rubra</i>	Pavón
<i>Penelope purpuracens</i>	Pava
<i>Chamaepetes unicolor</i>	Pava de altura
<i>Ara ambigua</i>	Lapa verde
<i>Ara macao</i>	Lapa roja
<i>Amazona ochrocephala</i>	Lora nuquiamarilla
<i>Pharomachrus mocinno</i>	Quetzal
<i>Ramphastus sulfúratu</i>	Tucán, curré negro
<i>Ramphastus swainsonfl</i>	Tucán, gran tucán
<i>Turdus grayi</i>	Yigüirro
<i>Turdus albicollis -</i>	Yigüirro, collareja
<i>leterus posthomelas</i>	Chorcha
<i>Icterus mesomelas</i>	Chorcha
<i>leterus pectoralis</i>	Chiltote
<i>Spinus xanthogaster</i>	mozotillo de monte

Especies	Nombre común
----------	--------------

REPTILES

	Guajipal
<i>Caiman</i>	
<i>crocodilus</i>	
<i>Crocodylus Acutus</i>	Cocodrilo, lagarto
<i>Iguanaiguana</i>	Iguam, güirrizza
<i>Boa constrictor</i>	Boa, béquer

GEOAMBIENTE S.A.

Especies	Nombre común
ANFIBIOS	
	sapo de holdridge
Bufo holdridgei	
Bufo periglenes	sapo dorado
Atelopus varius	
Dendrobates aurates	
Dendrobates granuliferus	
Phyllobates lugubris	
Phyllobates vittatus	

Especies	Nombre común
MAMIFEROS	
	Mono tití o ardilla
<i>Saimiri oerstedii</i>	
<i>Ateles geoffroyii</i>	Mono araña colorado
<i>Cebus capucinus</i>	Mono carablanca
<i>Alouatta palliata.</i>	Mono congo
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso caballo
<i>Tamandula mexicana</i>	Oso hormiguero
<i>Ciclopes didactylus</i>	serafín de platanar
<i>Choleopus hoffmani</i>	Perezoso
<i>Bradypus variegatus</i>	Perezoso
<i>Cabassous centralis</i>	Armadillo zopilote
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla de Miravalles
<i>Syntheosciurus poasensis</i>	Ardilla de Poás
<i>Gallictis vittata</i>	Grisón
<i>Lutra longicaudus,</i>	Nutria
<i>Bassarleyon gabbii</i>	Olingo
<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomistle
<i>Potos flavus</i>	Martilla
<i>Felis concolor</i>	Puma, león
<i>Panthera onca</i>	Jaguar, tigre
<i>Felis pardalis</i>	Manigordo, ocelote
<i>Felis tigrina</i>	Tigrillo, caucel
<i>Felis wiedi</i>	caucel
<i>Felis yaguaroundi</i>	león breñero
<i>Tapirus birdii</i>	Danta o tapir
<i>Trichechus manatus</i>	Manatí, vaca marina
<i>Tayassu pecari</i>	Cariblanco, zahino

6.3. Ecosistemas frágiles

Dada la naturaleza de la configuración fisiográfica y el uso actual de la tierra, tanto dentro del AP como de los terrenos aledaños, no se localizan ecosistemas notables por su fragilidad. En AII existen algunos sitios de interés

GEOAMBIENTE S.A.

para la captación de aguas, importantes para la fauna silvestre y las comunidades humanas, y se consideran ecosistemas frágiles que demandan protección.

No existen ecosistemas sobresalientes en el área de influencia directa, esto debido a que toda la región ha sido sometida a un proceso histórico de uso agrícola, durante el cual previamente se eliminaban los bosques, para establecer cultivos. Una vez establecido el uso agrícola, la pobreza de los suelos, la invasión de malezas, las pérdidas de suelo fértil, los bajos rendimientos y factores externos de mercadeo y comercialización, modificó en muchas zonas el uso del suelo de agrícola a pecuario (granjas avícolas) y posteriormente por vialidad y plusvalía a industrial y residencial.

Se establecen entonces fincas de uso extensivo propensas a la invasión de malezas. En los terrenos abandonados el desequilibrio ecológico ha reducido la velocidad de recuperación del ecosistema y los procesos de sucesión vegetal son más lentos.

Los únicos parches de vegetación natural se localizan en los bordes de las quebradas, donde se destacan árboles riparios típicos de los bosques de galería. Entre las especies más frecuentes en estos cañones y bosques de galería se confunden especies pioneras, de crecimiento secundario y residuales del bosque original, tales como tuete, guarumo, sota, targuá, espavel, cuajiniquil, madero negro, jiñote, guapinol, higuerón, ceibo, etc.

Los ecosistemas considerados de mayor fragilidad en AP y AID son los cauces de los ríos y quebrada, por encontrarse bajo sistema de protección (zonas protectoras) y por ofrecer algún refugio y alimentación a la escasa fauna del área.

6.4. Inventario forestal:

Para determinar la vegetación existente en el área de influencia directa, de la construcción del nuevo tramo de la Radial Santa Ana, entre San Antonio de Belén y Río Segundo de Alajuela, se determinó realizar el levantamiento del tipo de vegetación y el inventario de especies arbóreas en un área buffer de 120 metros contemplando el trazado preliminar existente.

GEOAMBIENTE S.A.

En esta determinación de las diferentes clases de vegetación, se utilizó tecnología digital, mediante un análisis estereoscópico de las fotografías aéreas a color escala 1:40000 del proyecto Terra, RECOPE-MINAE 1997-1998, realizando la respectiva verificación de campo, en el mes de abril del año 2005, en la cual, se realizó el levantamiento e identificación de los árboles que se encuentran en el ancho del área buffer predeterminada y sobre el trazado preliminar, para ello se utilizó la tecnología GPS para su ubicación aproximada y a lo largo del trayecto hasta la Autopista General Cañas en Río Segundo de Alajuela.

El resultado de la identificación de los diferentes tipos de cobertura se presenta en la siguiente tabla;

Tabla N° 1. Tipos de cobertura existentes en el área del trazado aproximado del derecho de vía del tramo nuevo de la Radial Santa Ana, entre San Antonio de Belén y Río Segundo de Alajuela, mayo de 2005. Área (hectáreas) por cada tipo de cobertura según buffer de 120 metros a lo largo del trazado.

TIPO DE COBERTURA	ÁREA (Ha)
Frutales	0 ha 9420 m ²
Potrero	11 ha 7490 m ²
Potrero arbolado	1 ha 2890 m ²
Bosque	7 ha 6500 m ²
Café	10 ha 5800 m ²
Cultivos agrícolas	5 ha 5250 m ²
Matorral arbolado	0 ha 1990 m ²
Infraestructura	9 ha 6450 m ²
TOTAL	47 ha 5790 m ²

Se especifica que el área buffer estimada para este tramo comprende 120 metros de ancho por el largo del trayecto, al fin es determinar el tipo de cobertura existente en el derecho de vía y áreas aledañas al mismo.

La ilustración de los tipos de cobertura se presenta en el MAPA DE COBERTURA DE LA TIERRA AMPLIACIÓN CARRETERA RADIAL SANTA ANA, tramo nuevo San Antonio - Río Segundo.

El resultado de la identificación de especies (Inventario forestal) se presenta en cuadro adjunto.

GEOAMBIENTE S.A.

En el inventario forestal, No se encontraran especies en peligro de extinción o de poblaciones reducidas.

Como especie indicadora o representativa del área de influencia directa e indirecta del tramo nuevo de la Radial Santa Ana tramo nuevo, San Antonio de Belén - Río Segundo, se determina a la especie poró (*Eritrina poeppigiana*), por ser esta una de las más abundantes en todo el sector y dentro del área buffer establecida y zonas circundantes.

GEOAMBIENTE S.A.

7. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO.

- 7.1. Características de la población.
- 7.2. Aspectos físicos del área.
- 7.3. Capacidad de uso del suelo.
- 7.4. Actividades económicas.
- 7.5. Niveles de organización.
- 7.6. Servicios básicos disponibles.
- 7.7. Uso actual del suelo.
- 7.8. Percepción local del proyecto.
- 7.9. Sitios arqueológicos.
- 7.10. Paisaje.

El presente es el informe correspondiente a la investigación del ambiente socioeconómico de la construcción de la carretera entre San Antonio de Belén y Río Segundo de Alajuela, elaborado con base en los términos que establece la Secretaría Técnica Nacional Ambiental dentro de los requerimientos del correspondiente estudio de impacto ambiental.

Características del contexto

Creación y Procedencia

En ley No. 15 de 8 de junio de 1907, Belén se constituyó como cantón número siete de la provincia Heredia, con tres distritos; como cabecera se designó a la población San Antonio.

Belén procede del cantón Heredia, establecido este último en ley No. 36 de 7 de diciembre de 1848.

Breve Reseña Histórica del Cantón de Belén.

Los primitivos habitantes de lo que hoy constituye el cantón Belén, fueron los indígenas huetares; territorio que en los inicios de la Conquista formaba parte del reino huetar de Occidente, cuyo cacique principal era Garabito. Las condiciones favorables de la región, rica en fuentes y manantiales de agua, fueron factores determinantes para que se ubicaran en este lugar, primero los indígenas y luego los españoles.

GEOAMBIENTE S.A.

El desarrollo de la población se inició a partir de 1843, cuando se comenzó la activa exportación de café a los mercados europeos y se planteó la necesidad de construir una adecuada vía de comunicación terrestre entre ciudad San José y el puerto de Puntarenas; cuyo trazado pasó por este territorio. Por ello, el aspecto de San Antonio es de un asentamiento, con orientación de este a oeste, a lo largo del camino principal. Fue así como este poblado se convirtió en uno de los lugares obligados de descanso, para los carreteros que transportaban el grano de oro al puerto del Pacífico y traían de regreso otros productos que se importaban en esa época.

En el gobierno de don Ascensión Esquivel Ibarra, en 1905, se iniciaron los trabajos de la construcción de la cañería para el distrito. Obra que fue inaugurada en la primera administración de don Cleto González Víquez (1906 - 1910). En ley No. 15 de 8 de junio de 1907, en la gestión ejecutiva de don Cleto se le otorgó el título de Villa a la población de San Antonio, cabecera del cantón creado en esa oportunidad. Posteriormente, en ley No. 4574 de 4 de mayo de 1970, se promulgó el Código Municipal, que en su artículo 3º, le confirió a la villa la categoría de Ciudad, por ser cabecera de cantón.¹

Posición Geográfica del Cantón de Belén.

Las coordenadas geográficas medias del cantón Belén están dadas por 09°59'14" latitud norte y 84°10'39" longitud oeste.

La anchura máxima es de cinco kilómetros, en dirección noroeste a sureste, desde el puente sobre el río Segundo, carretera Nacional No. 1, que une las ciudades Alajuela y San Joaquín, hasta el río Virilla, próximo al sector sur de la Urbanización Los Arcos.

División Territorial.

El cantón se compone de tres distritos denominados San Antonio, La Ribera y Asunción, en los cuales se combinan los paisajes rurales con un creciente urbanización, en especial de personas de otras regiones del país que construyen su vivienda o sus casas de veraneo en ese

¹ (<http://www.cnfl.go.cr/municipalidades/belen/historia.htm>).

GEOAMBIENTE S.A.

cantón. Últimamente se ha incrementado la llegada de empresas industriales o de servicio que se instalan en la zona.

Vivienda, área, población y densidad de población por distritos

Distritos	Vivienda	Area (km2)	Población	Densidad de Población (h/Km2)
San Antonio	1.168	3,17	5.895	1.860
La Ribera	762	4,17	3.855	1.860
Asunción	484	4,47	2.243	502
Total:	2.404	11,81	11.993	1.015

7.1. Características generales de la población

→ **Tamaño, distribución y sexo.**

Tabla 1: Población por sexos en los distritos del Cantón de Belén.

POBLACION TOTAL
 POR: ZONA Y SEXO
 SEGUN: PROVINCIA, CANTON Y DISTRITO

PROVINCIA, CANTON Y DISTRITO	TOTAL			URBANO			RURAL		
	Ambos			Ambos			Ambos		
	Sexos	Hombres	Mujeres	Sexos	Hombres	Mujeres	Sexos	Hombres	Mujeres
BELEN	19.834	9.805	10.029	19.288	9.512	9.776	546	293	253
San Antonio	10.256	5.097	5.159	9.710	4.804	4.906	546	293	253
Rivera	5.687	2.854	2.833	5.687	2.854	2.833	-	-	-
Asunción	3.891	1.854	2.037	3.891	1.854	2.037	-	-	-

El distrito más poblado es el de San Antonio, lo cual responde al hecho de ser la cabecera de Cantón y el mayor centro de concentración urbana hoy e históricamente.

GEOAMBIENTE S.A.

Datos básicos poblacionales sobre calidad de vida del cantón.

Variable	Porcentaje
Analfabetismo	4,1%
Desocupación	5,6%
Población Económicamente Activa	47,4%
Tasa Natalidad (por mil)	28,9%
Tasa Mortalidad General (por mil)	3,7%
Tasa Mortalidad Infantil (por mil)	25,1%

7.2. Aspectos Físicos del área.

→ Geología

El cantón Belén está constituido geológicamente por materiales de origen volcánico, tales como lavas, tobas y piroclastos de la época Holoceno, período Cuaternario.

→ Geomorfología

El cantón Belén forma parte de la unidad geomórfica de Origen Volcánico, representada por el Relleno Volcánico del Valle Central, la cual corresponde a un relieve plano ondulado.

La unidad está formada en superficie por rocas volcánicas, principalmente lavas, tobas e ignimbritas cubiertas por ceniza en un espesor variable. La secuencia de lavas descansa sobre roca sedimentaria. Las lavas son de tipo andesítico.

GEOAMBIENTE S.A.

→ **Hidrografía**

El sistema fluvial del cantón Belén, corresponde a la vertiente del Pacífico, el cual pertenece a la cuenca del río Grande de Tárcoles. El cantón es drenado por el río Bermúdez y su afluente la quebrada Seca; así como por los ríos Segundo y Virilla, que son límites cantonales; el primero, con Alajuela, de la provincia del mismo nombre; y el Virilla con los cantones San José, Escazú y Mora, de la provincia San José. Los cursos de agua fluyen de este a oeste.

Precipitación y temperatura promedio anual

Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (ms.m)	Precipitación Años/ Promedio (MM)	Temperatura Años/ Promedio (°C)
Aerop. Juan Santamaría *	10°00'	84°12'	932	28	18
Scott Paper, Asunción	09°59'	84°11'	930	11	21,7
				1.965,1	
				1.745,6	

* Estación ubicada en el cantón Alajuela, de la provincia del mismo nombre.

7.3. Capacidad de uso de suelo

Un 50% de Belén, en su zona norte; es apto para cualquier uso, sin embargo, requiere una selección más cuidadosa de los cultivos y actividades a desarrollar. En las proximidades de villa Asunción, que representa un 33% del cantón; su principal limitante es el drenaje de lento a nulo, en pendientes que no exceda el 15%, si se realizan costosas obras de infraestructura y/o prácticas muy especiales de manejo, es posible utilizar los suelos en agricultura, ganadería o explotación forestal. Al sur de la región, que representa un 17% de la misma; debe destinarse únicamente a la protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre y/o propósitos estéticos, ya que presenta limitantes o condiciones tan severas como alta susceptibilidad de los terrenos

GEOAMBIENTE S.A.

7.4. Actividades económicas

Principales actividades del cantón: Agrícolas, café, Avícolas, industria.

Fuerza de trabajo por ocupación

POBLACION OCUPADA
 POR: OCUPACION (grupo mayor)
 SEGUN: PROVINCIA, CANTON Y DISTRITO

PROVINCIA, CANTON Y DISTRITO	TOTAL	NIVEL DIREC. DE ADMINIS. PUBLICA Y PRIVADA	NIVEL PROFESIO Y CIENTIF.	NIVEL TECNICO Y PROFESIO. MEDIO	APOYO ADMINIS-TRATIVO	VENTA EN LOCALES Y SERVICIOS	AGROPEC. Y PESCA CALIFICAD.	PRODUCTOS ARTESAN Y MANUFACT.	MONTAJE Y OPERACION DE MAQUINAS	OCUPACION NO CALIFICADA
BELEN	7.738	440	747	1.513	721	948	149	894	1.010	1.316
San Antonio	3.925	151	333	839	381	539	65	488	537	592
Rivera	2.278	104	161	385	199	288	56	285	337	463
Asuncion	1.535	185	253	289	141	121	28	121	136	261

Fuerza de trabajo según sectores de actividad

Sector	Porcentaje
Sector Primario	17,9%
Sector Secundario	38,3%
Sector Terciario	31,4%
Actividades No Bien Especificadas	12,4%

7.5. Niveles de organización

En la región en la que se va a construir la carretera existe una asociación de desarrollo operando y que en algún grado ha tenido conocimiento del proyecto. Así mismo en esta comunidad operan otras organizaciones que conciertan esfuerzos para el logro de objetivos sociales de la localidad. Es así como pueden ubicarse comités de vecinos en barrios cercanos y en especial en

GEOAMBIENTE S.A.

barrios marginales ubicados a unos doscientos metros del trazado de la carretera.

7.6. Servicios básicos disponibles

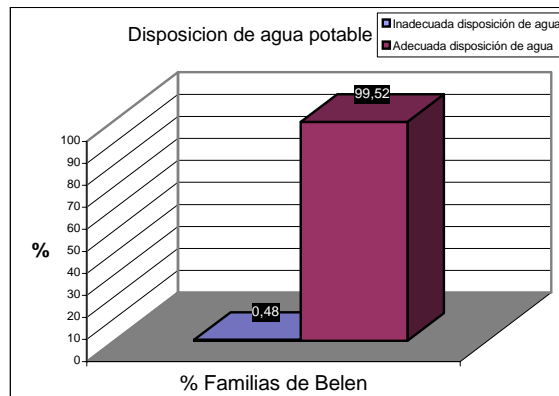
El cantón cuenta con servicios básicos que han ido evolucionando a raíz de la presión del crecimiento urbano acelerado y por la instalación de numerosas industrias y servicios de hotelería y gastronomía. Estos servicios son:

Abastecimiento de agua:

% De Viviendas sin adecuada disposición de Agua..... 0.48%

La provisión de agua en el distrito de Belén es de casi el 100 % y se realiza a través de Acueductos y Alcantarillados. En el cantón en general la cobertura del sistema de cañería alcanza el 99.52%, con un 0.48% de casas con problemas de suministro debido a diversas circunstancias como acceso, procesos constructivos, deterioro, etc.

Gráfico 1



Disposición de excretas:

Belén forma parte del sistema de recolección de desechos líquidos del área metropolitana. Prácticamente el 100% de los viviendas, industrias y negocios del distrito están conectados a los colectores de aguas negras. Si consideramos el cantón, el 98.75% está conectado a los

GEOAMBIENTE S.A.

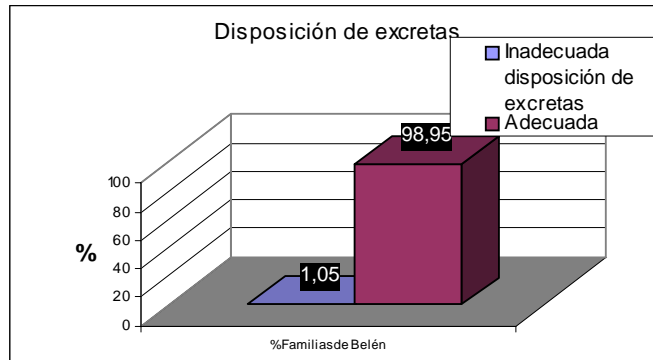
colectores, con un 1.25% que utiliza tanque séptico o letrina en sitios muy remotos o inaccesibles.

% De Viviendas sin adecuada disposición de Excretas. 1.05%

Tabla 1: Uso de letrina o tanque séptico

	% Familias de Belén
Inadecuada disposición de excretas	1.05
Adecuada disposición de excretas	98.95

Gráfico 2



Eliminación de desechos:

En todo el cantón se lleva a cabo la recolección pública de los desechos domésticos, aunque se considera, por parte de algunos dirigentes, que la zona necesita una verdadera propuesta de manejo tecnificado de los desechos, que sea un ejemplo de sostenibilidad, como es el reciclaje, la separación de desechos y la reutilización. Actualmente lo que se usa es el relleno Los Mangos de Alajuela, en donde se depositan los desechos del cantón.

Transporte:

Cuenta con su propio servicio autobuses que ofrecen servicios entre los diferentes distritos y hacia San José.

GEOAMBIENTE S.A.

Educación:

Belén cuenta con 7 escuelas preescolares, tres centros de enseñanza especial, once escuelas de enseñanza primaria dispersas en los distritos y 1 colegio de enseñanza secundaria ubicado en el distrito central. Todos estos centros cuentan con buenas instalaciones y funcionan normalmente.

Oferta educativa:

Total Preescolar	3	Centros enseñanza especial	1
Total Escuelas	3	Universidades	2
Total Colegios	1		

Comunicaciones:

Se encuentran todos los sistemas más avanzados de comunicación y telecomunicación nacional e internacional. Se cuenta con servicios de correos y telégrafos, de un periódico local; servicios públicos y privados de teléfonos, así como también se disfruta de la prensa escrita, de los canales de televisión por antena y cable y de las radioemisoras nacionales.

Características ecológicas y geográficas.

La zona en estudio se ubica en el Valle Intermontano Central o depresión tectónica central, ubicada entre la Cordillera de Salamanca y la Cordillera Volcánica Central. En esta zona es posible encontrar importantes mantos freáticos y nacientes que caracterizan la zona como uno de los principales efluentes del acuífero que se forma en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central. En general predominó en la zona el bosque tropical semihúmedo con numerosos microclimas asociados a los valles, bosques de galería y cuencas de los ríos que cruzan la región. El régimen de precipitaciones es relativamente bajo y la radiación solar es alta, motivo por el cual la región de Belén siempre ha sido apetecida para el desarrollo industrial y para la urbanización.

GEOAMBIENTE S.A.

7.7. Uso actual y tenencia de la tierra en la región.

En los últimos veinte años la población de Belén ha crecido de manera muy acelerada, en comparación con otros cantones de la región. Por su clima, por sus suelos volcánicos y por la presencia de números manantiales la región mencionada ha sido ideal para el desarrollo de cultivos permanentes como el café, y estacionales como las verduras, hortalizas, frutales. Igualmente, la región muestra todavía algunas industrias avícolas y ganaderas. Es decir, el uso de la tierra es diversificado entre la industria de alta tecnología (Intel), industria ligera, industria alimenticia y agroindustria, servicios turísticos (cuenta con tres de los más importantes hoteles del país: Herradura, Cariari, Marriot) y el desarrollo agrícola y ganadero tradicional.

La propiedad de la tierra se encuentra muy distribuida entre industria general, agricultores, ganaderos, servicio turístico y especialmente proyectos habitacionales, que están creciendo aceleradamente en un lugar como este en donde los terrenos cuestan comparativamente mucho más alto que otras zonas del Valle Central. En los linderos del proyecto estudiado, los dueños de los terrenos son reflejo de lo antes mencionados, pues la nueva carretera transcurrirá cerca de cafetales, urbanizaciones, industria avícola, restaurantes y centros recreativos (como Ojo de Agua).

Percepción sobre la construcción de la carretera

7.8. Percepción de las organizaciones comunales.

La consulta realizada a informantes que pueblan y laboran en los lugares por donde pasará la nueva carretera y en poblados cercanos, como es el caso de San Antonio de Belén, Ojo de Agua y los poblados de San Rafael de Alajuela y Río Segundo, plantean criterios diferentes en cuanto a los niveles de información sobre el proyecto: algunos señalan no haber recibido ninguna información oficial al respecto, a excepción de rumores que se difunden entre vecinos y visitantes ocasionales. Otros señalan que han sido informados por verse afectados directamente en sus intereses. La mayor parte ven el proyecto como una expresión de progreso, en tanto la carretera usada en la

GEOAMBIENTE S.A.

actualidad es muy angosta y se ha venido congestionando cada día más, en especial en las horas pico, y es necesario ampliarla. Algunos consideran que podría traer consecuencias serias en lo social, especialmente con el advenimiento de lo que presumen como más fácil acceso de la delincuencia de otros lugares del valle. Para otros lo esencial es esclarecer sobre las posibles dificultades de ingreso lateral si la carretera se convierte en una autopista. En este caso también hay algunos negociantes, como los dueños de restaurantes, que presumen que tal vez el paso a velocidad impida la permanencia de personas en la localidad, pues en la actualidad estos negocios captan la mayor parte de su clientela de las personas que se trasladan de lugares como Puriscal, Ciudad Colon y Santa Ana hacia Alajuela, San Ramón, Grecia y otros cantones de la región.

Entre el entronque de la carretera de Santa Ana con el cruce a San Antonio y la zona de Ojo de Agua la carretera discurre relativamente cerca de comunidades y afecta una cantidad pequeña de viviendas. En ese entronque se ve afectada una casa y en lo sucesivo se afectan terrenos pertenecientes a plantaciones hasta donde se encuentran las instalaciones del matadero e industria cárnica Del Valle, por donde pasará la carretera. Esta empresa acordó con el MOPT un cambio en la vía para evitar una afectación más seria de sus instalaciones, trasladándose parte de la zona de construcción hacia las instalaciones abandonadas de un granja avícola contigua. El resto de la carretera transcurre entre potreros y charrales hasta el cruce con la autopista General Cañas.

Se muestra preocupación en cuanto a la posibilidad de que una afluencia mayor de vehículo incremente la presencia de contaminación del aire y de desechos sólidos en los márgenes de la carretera. Igualmente hay preocupación por la seguridad de la población peatonal que requiera por motivos laborales y de educación trasladarse en un sentido y en otro.

Aparte de las viviendas afectadas en el tramo inicial en el cruce hacia San Antonio, no existen opiniones negativas o preocupaciones respecto a eventuales afectaciones de viviendas en ambos lados en el resto de la presunta trayectoria.

GEOAMBIENTE S.A.

Percepción empresarial.

Los empresarios ubicados a uno y otro lado de la carretera tienen también posiciones diferenciadas por intereses particulares. Existen empresas procesadoras y comercializadoras que consideran la carretera ampliada como una forma de facilitar el acceso de los vehículos de transporte de mercadería hasta sus instalaciones, mientras que otros la ven como una forma de hacer llegar a la gente de manera más directa y de que una mayor cantidad de conductores pasen por ahí y vean los servicios o productos que ofrece su empresa. Como antes se mencionó, algunos más bien señalan que hasta el día de hoy se han beneficiado de la lentitud del tráfico, pues esto obliga a los transeúntes a observar con mayor atención su oferta comercial o de servicio, en especial los negocios que trabajan en gastronomía y que se benefician de viajeros que van desde la zona oeste del Valle Central como Puriscal y Ciudad Colón hacia los cantones de Alajuela. El gerente de un matadero indicó que le preocupa a la empresa es que el personal no tenga dificultades para su traslado ni que los camiones proveedores y suplidores de insumos tengan dificultad en salir y entrar en ambas direcciones, pues en los demás aspectos la carretera ampliada es una ventaja para su negocio.

En el proceso de investigación se logró establecer que prácticamente todos los empresarios ubicados a ambos lados de la carretera estaban informados, de manera oficial o por rumores, de la eventual construcción de la carretera.

Percepción institucional y municipal.

La municipalidad de Belén ha venido coordinando, aunque de manera eventual, con el MOPT los aspectos fundamentales para el desarrollo del proyecto. En las oficinas de ingeniería y construcción de ese municipio, se informa sobre el proyecto y sobre las restricciones que involucra a nivel constructivo. Allí se informa sobre las limitaciones que existen para el desarrollo de obras en las zonas consideradas como derecho de vida, estén o no expropiadas.

Al igual que en el caso de la municipalidad de Santa Ana, el proyecto es visto por el gremio municipal de Belén como una forma de modernizar el cantón y de propiciar un movimiento fluido de automotores en vista de los

GEOAMBIENTE S.A.

requerimientos del importante proyecto Ciudad Colón - Orotina. Lo que se considera necesario es una mayor coordinación de acciones entre el MOPT y la municipalidad, a fin de que esta última pueda mantener niveles de comunicación más claros con los habitantes o propietarios a ambos lados de la carretera.

7.9. Sitios arqueológicos.

No se conocen sitios en el área del proyecto, sin embargo, se planteará este asunto con la ejecución del plan de protección que se incluye en el Tomo II de este estudio.

7. 10. Paisaje. Secuencia fotográfica del recorrido.

En el punto donde desemboca la carretera radial que comunica a Santa Ana con Belén, se iniciaría la construcción del Proyecto Belén - Río Segundo. En ese cruce es posible observar la presencia, a la orilla de la calle, de una casa y su patio que se ubican exactamente en el derecho de vía. Después de ese punto, la carretera discurre por una serie de propiedades en las que no se nota la presencia de importantes construcciones y ladea una serie de nuevas urbanizaciones. Las fotos muestran una de estas urbanizaciones, tomada desde Ojo de Agua, en dirección al sur, a cuyo lado pasaría la carretera.

GEOAMBIENTE S.A.



La carretera continúa por entre algunos cafetales, charrales, pastizales y otros cultivos hasta llevar a las propiedades del Matadero del Valle, una empresa procesadora de carne al costado de la cual atravesaría la carretera. Al lado de esta empresa se ubica una empresa avícola que cuenta con algunas instalaciones viejas para la crianza de pollos, a través de la cual atravesará la carretera. Esta empresa se verá afectada directamente por la construcción del proyecto.

GEOAMBIENTE S.A.



Luego de esto, la carretera cruza por sobre la vía que comunica Belén con el Aeropuerto y después atraviesa varias propiedades que en la actualidad son potreros, cultivos pequeños de café, maíz, caña y charrales. Cerca del cruce de la carretera nueva con el camino mencionado hacia el aeropuerto, en el lado norte del Río Segundo, se ubica una población marginal, la cual se vería afectada de manera muy indirecta por efectos secundarios de la construcción. Es probable que el proceso constructivo más bien favorezca con la oferta de trabajo.



GEOAMBIENTE S.A.



El tramo final de la carretera desde la calle que comunica Belén con el Aeropuerto y el intercambio con Río Segundo, está caracterizada por propiedades de potreros, pequeños charrales, algunos árboles grandes y parcelas de café, caña o maíz dispersos.

GEOAMBIENTE S.A.



GEOAMBIENTE S.A.

Como se puede observar, el paisaje actual es agradable, sin embargo, no cuenta con puntos mirador o de especial interés paisajístico o sensacional.

El proyecto modificará el paisaje, pero no significará un deterioro sino más bien ordenamiento y el ornato planeado embellecerá el sitio. Únicamente en etapa de construcción, se verá afectado negativamente el paisaje.

GEOAMBIENTE S.A.

8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El diagnóstico ambiental consiste en la clasificación de susceptibilidad del medio (natural y humano) cara al proyecto o a la intervención humana. Incluye un listado de impactos y amenazas naturales potenciales.¹

El medio natural:

De relevancia mayor para el proyecto y los efectos posibles sobre el medio natural resultan los elementos agua, suelo, aire; topografía; flora. Es sobre éstos que el efecto será mayor, por lo que resultan mediana o severamente susceptibles a impactos negativos a causa del proyecto.

En cuanto a las amenazas al proyecto, la previsible es a causa de sismos, y la zona en que se localiza se estima es de mediana susceptibilidad.

CUADRO DE EFECTOS POSIBLES, NEGATIVOS.

Elemento afectado	Efecto posible, sin medidas de mitigación.
Suelo	Pérdida para otros usos, compactación, erosión, contaminación.
Aire	Ruidos, humos, polvo, trepidaciones.
Agua	Mayor demanda, contaminación, modificación del patrón de drenajes y los procesos de recarga.
Flora	Eliminación
Fauna silvestre	Traslado
Ambiente humano	Reubicaciones, riesgo accidentes, molestias, desmejora paisajística. Posible desarrollo futuro sin planificación.

¹ Ver Mapa de susceptibilidad.

GEOAMBIENTE S.A.

CUADRO DE EFECTOS POSIBLES, POSITIVOS.

Elemento afectado	Efecto posible
Suelo	Protección de suelos, mediante obras.
Flora y fauna	Mejora de áreas de protección en cauces.
Infraestructura vial	Mejora considerable
Paisajismo	Mejora
Accidentes de tránsito	Mejor visibilidad, señalización, diseño vial, iluminación.
Empleo	Oferta de empleo
Economía local y nacional	Adquisición de materiales, pago de tasas e impuestos, seguros, contratación de servicios. Accesos nuevos a áreas de producción.

Acciones que deberán tenerse presentes en la evaluación de impactos:

- ✚ Despeje del derecho de vía.
- ✚ Tronaduras y voladuras.
- ✚ Movimientos de tierra (desmontes, excavaciones, cortes).
- ✚ Transporte de material de construcción y movimiento de maquinaria.
- ✚ Instalación de obras provisionales (bodegas, campamentos, plantas de asfalto, y otros).
- ✚ Sitios de depósitos de materiales, botaderos.
- ✚ Desvíos de tránsito.
- ✚ Cortes temporales de servicios básicos.
- ✚ Construcción de estructuras mayores.
- ✚ Pavimentación.
- ✚ Construcción de obras complementarias (drenajes, saneamiento).

Amenazas naturales potenciales que puedan afectar el proyecto:

Conforme lo determinó el análisis de amenazas, la amenaza potencial factible es la sísmica, presente en todo el país y la región centroamericana.

Susceptibilidad de áreas:

En páginas anteriores se realizó un análisis de áreas Críticas, que resultan ser de mayor susceptibilidad, y aquellas intermedias y no críticas, donde la

GEOAMBIENTE S.A.

susceptibilidad es baja a nula. El Mapa de susceptibilidad refleja dicho análisis.

Conclusión del equipo Profesional de la Consultora:
El tramo a construir discurre por áreas no dedicadas actualmente a vía terrestre, sino a desarrollo de baja a mediana densidad de uso habitacional, terrenos agrícolas abandonados, y otros usos en áreas fuertemente intervenidas por la actividad humana, donde los efectos del proyecto para la construcción de la calzada y de puentes, drenajes, construcción de puentes peatonales y bahías para autobuses, iluminación, señalización, Centro de Control, peajes y otras obras ya especificadas, se pueden considerar moderados a severos por las características actuales del medio y la afectación de suelos, aguas, vegetación y fauna.

El entorno humano.

El entorno humano actual es de una población semi rural a urbana, con servicios básicos, escasa red vial, y un asentamiento precario inmerso en áreas habitacionales de clase media y media-alta.

El proyecto y sus posibles efectos (impactos negativos y positivos):

Los mayores efectos negativos se darán en etapa de construcción del nuevo tramo, y éstos, al igual que los efectos positivos esperados se indican a continuación en el siguiente cuadro:

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro de efectos posibles.

Negativos	Positivos
Pérdida de suelos para otros usos, compactación de suelos, posible contaminación. Arrastre hídrico, eólico.	Drenajes adecuados, control de erosión.
Ruidos, humos, trepidaciones, olores.	Vallas.
Contaminación de aguas, modificación de drenajes naturales y de índices de recarga.	
Eliminación de vegetación.	Reposición, arborización.
Desalojo de fauna silvestre.	Arborización de áreas protectoras de cauces.
Riesgo de accidentes.	Iluminación, señalización.
Generación de desechos y basuras.	Recolección, adecuado manejo.
Desplazamiento de personas.	Mejores condiciones.
Desmejora paisajística.	Ornato
Molestias	Accesos nuevos. Desarrollo socioeconómico.

Amenazas naturales potenciales que puedan afectar el proyecto:

AP, al igual que el resto del país, está en una zona de sismicidad activa, de donde este es una amenaza potencial para el proyecto. Otras amenazas, como la volcánica, inestabilidad de taludes, inundación, han sido igualmente estudiadas en el capítulo de riesgos, y dicho estudio nos indica que la vulnerabilidad de las obras ante otros eventos es baja a nula.

Conclusión del equipo Profesional de la Consultora:

Las medidas mitigadoras o preventivas procurarán evitar los efectos negativos previstos sobre el medio natural y el ambiente humano, por lo que, con la implementación de esas medidas y los controles adecuados, el equipo de la Consultora Ambiental concluye que el proyecto es ambientalmente factible.

GEOAMBIENTE S.A.

9. EVALUACIÓN DE IMPACTOS.

La evaluación de posibles efectos negativos o positivos sobre el medio, constituye en un listado básico de impactos del proyecto sobre el ambiente, natural y humano, su cuantificación o valoración, y potenciales amenazas naturales a las obras y/o personas en AP. y AID, y, si las hubiera, en Áreas de influencia indirecta.

I. CRITERIOS.

Los criterios para la valoración del impacto son variados y su selección depende del autor y del estudio. Los utilizados por el equipo profesional de la Consultora durante la realización del presente estudio, son los siguientes:

- a.- *Magnitud*: Se refiere al Grado de afectación de un efecto concreto sobre un determinado factor o elemento natural. Se suele expresar cualitativamente, de nulo, medio o severo. Incluye criterios de duración o persistencia, área afectada y gravedad de los efectos.
- b.- *Signo*: Muestra si el impacto es positivo, negativo o indiferente. Conlleva una valoración subjetiva por parte del experto.
- c.- *Extensión*: Tiene en cuenta la superficie espacial afectada por un determinado impacto, a nivel regional.
- d.- *Momento*: Fase temporal en que se prevé la producción del efecto con relación al proyecto o a plazos temporales predeterminados, como corto, mediano o largo plazos.
- e.- *Reversibilidad*: Tiene en cuenta la posibilidad de aplicar medidas correctoras que reviertan el impacto negativo.
- f.- *Certidumbre*: Nivel de probabilidad de que se produzca el impacto, y se clasifica como cierto, probable, improbable y desconocido.
- g.- *Sinergia*: La acción conjunta de dos impactos que sumados, producen un impacto total superior a la suma de los impactos individuales parciales.
- h.- *Presencia de medidas correctoras o preventivas*: Cuando existen estas medidas, el impacto es valorado menor que sin la existencia de las mismas, por lo que es importante indicar que en la valoración presente se presupone incluido el plan de prevención.
- i. *Otros*: Otros criterios empleados son aquellos recomendados por la SETENA, y el BID.

GEOAMBIENTE S.A.

II. POSIBLES EFECTOS EN ETAPA DE CONSTRUCCION (A).

▪ SUELO.

Durante la etapa de construcción se prevén efectos adversos significativos en AP, y menores en el AID, tanto por las dimensiones del área afectada como por las condiciones naturales del suelo, si bien intervenido por largos años de uso agropecuario y habitacional; esos efectos serán resultado de acciones como: desmonte, preparación del terreno, excavaciones, cortes, construcción de obras. En sitios de campamento, apilamiento de materiales, bodegaje, talleres, laboreo, existe el riesgo de contaminación por derrames de sustancias nocivas.

CUADROS DE VALORACIÓN DE EFECTOS EN AP Y AID.

A.1. ETAPA DE CONSTRUCCION. (*)	
Efectos sobre el suelo	Grado del impacto (*1) en AP

Destrucción o pérdida de suelo por erosión.	Leve a moderado.
Uso u ocupación distinta.	Severo. C. R. L I.
Interrupción de drenajes naturales	Medio C.-.P.L.
Compactación.	Severo. C.- .P.L.
Contaminación.	Medio.-.t.; imp. L.

Efectos sobre la geología o geomorfología local.	Grado de impacto
--	------------------

Inestabilidad de taludes.	Leve a nulo.
Cambios en las formas topográficas.	Moderado.C.I.L.
Cambios en la litología.	Nulo.

▪ AIRE.

Durante la fase de construcción los efectos previstos sobre el elemento aire se refieren a emisión de partículas (polvo), ruidos, olores, emisión de gases y humos provenientes de la maquinaria móvil, el equipo, presencia humana y apilamiento de materiales. La duración de estos efectos será pasajera y el grado estimado de los mismos es medio a severo en AP y AID, leve a nulo en AII, dependiendo de la época (seca o lluviosa) en que se realicen las obras.

GEOAMBIENTE S.A.

Efectos sobre el aire	Grado del impacto
Aumento de niveles de emisión de partículas al aire durante esta etapa.	Medio;pro.;t.; A.P.
Aumento de emisión de gases y humos provenientes del equipo móvil.	Medio;pro.;t.; A.P.
Aumento en los niveles sonoros continuos.	Medio a severo; pro.;t.; A.P.
Olores	Severo en AP, leve en AII.

▪ **FAUNA y FLORA.**

El grado de afectación sobre la flora se estima mediano en AID, y de severa intensidad en AP; y nula o leve en AII; sobre la fauna se prevé su desplazamiento, efecto mediano, por las condiciones naturales del área, sembrado de pastos, algunas arboledas, jardines, con poca a muy poca fauna silvestre por las inmediaciones de las carreteras y habitaciones, así como otros sitios aledaños adonde se podrá refugiar.

Efectos sobre la flora	Grado del impacto
Destrucción de vegetación.	Severo en AP. Mediano en AID, Nula en AII - p.c.
Eliminación de especies de flora de interés existente en el sitio.(*)	Nulo.

(*) La flora existente no es de especial interés o belleza. La fauna (aves, roedores, insectos) se desplazará.

Efectos sobre la fauna	Grado de impacto
Destrucción de hábitats	En AP: Severo, - p. c.
Destrucción de fauna	Nulo.

▪ **AGUA.**

Se prevén impactos negativos moderados a severos sobre la dinámica natural del agua superficial provocados por los trabajos de excavación y construcción del tramo de carretera. Los efectos como consecuencia de la cobertura del suelo por las obras, se reflejarán únicamente en alteraciones sobre infiltración y drenaje natural dado el uso actual del suelo y el grado de ocupación proyectado del mismo, así como los drenajes a construir.

GEOAMBIENTE S.A.

En caso de vertidos accidentales se estaría ante efectos negativos de mayor severidad por la posible contaminación de aguas superficiales de escorrentía y cauces.

Efectos sobre el agua	Grado del impacto
Efectos sobre la calidad de las aguas por vertidos accidentales.	Medio; imp.; t. -
Efectos sobre la calidad de las aguas por arrastre de partículas.	Medio; pro.; t. -
Aumento en la demanda del servicio público de abastecimiento.	Medio; c.; t. I.
Aumento en el riesgo de inundación.	Nulo a causa del proyecto.
Modificación en los procesos de recarga de acuíferos.	Medio.
Modificación de drenajes naturales	Severo, p. p.

▪ AMBIENTE HUMANO.

Los efectos previstos son como consecuencia de la presencia humana en AID y la presencia de materiales en el sitio de apilamiento, su transporte, existencia de campamento y bodegas, desechos, obras, y la demanda de bienes y servicios. Otros efectos menores se darán en el AII y dependerán de la ubicación de campamento y botaderos y expropiaciones. No habrá reasentamientos forzosos en este tramo.

Efectos sobre el ambiente humano	Grado del impacto
Alteraciones paisajísticas, debido a aporte de materiales en sitio, áreas de obras.	Severo; C; t. A.P. -
Riesgo por tránsito de equipo móvil en el área.	Moderado; imp.; t.; A.P. AID y AII-
Aumento de presencia humana.	Moderado a severo. - t.
Aumento en la demanda de bienes y servicios.	Moderado; c. t; A.I.D. I
Aumento en las fuentes de empleo.	Moderado a importante para la zona. + t. p.
Pérdida de calidad del aire por ruidos, olores, molestias.	Severo en AID, leve a nulo en AII. - t. c.

GEOAMBIENTE S.A.

Efectos por expropiaciones. Leve. p.c.

Simbología:

Grado del impacto: Nulo =No se produce.

Leve = Efecto leve.

Medio = efecto moderado localizado.

Severo = efecto negativo severo.

t = temporal; p= permanente

C= cierto; pro. = probable;

imp. = improbable;

desc. = desconocido.

Negativo = -

Positivo = +;

I = Indiferente.

A.P.= área proyecto;

A.I.D.= influencia directa;

A.I.I.= área influencia indirecta.

En ETAPA OPERATIVA.

▪ SUELO.

Una vez iniciada la etapa operativa, los efectos sobre el suelo que resultan previsibles son por contaminación del suelo, en caso de derrames accidentales o mantenimiento ineficiente de instalaciones viales y equipo. Otro efecto podría ser pérdida por arrastre de escorrentía por ineficiente cobertura o drenajes impedidos. Se considera el impacto leve a nulo, por cuanto con las medidas de prevención y acciones de mantenimiento y control, no resulta probable que este tipo de contaminación se produzca.

Efectos sobre el suelo	Grado del impacto (*1)
Contaminación del suelo	Leve/ nulo, imp.; t.; A.P.
Pérdida por arrastre	Leve/ nulo; imp. t.; AP.

▪ AIRE.

Son previsibles efectos sobre el aire por la actividad de mantenimiento y el uso de la carretera: aumento en los niveles sonoros, aumento en gases y humos por la circulación de vehículos y emanación de olores de materiales (asfalto por ejemplo). Su grado de impacto se estima de moderado a leve, por las condiciones climáticas (viento) del sitio y ausencia en las cercanías de edificaciones de mayor altura, en dirección de la brisa.

GEOAMBIENTE S.A.

Efectos sobre el aire	Grado del impacto
Aumento en los niveles sonoros:	
Continuos o Puntuales	Leve; p., t; A.P.
Aumento en los niveles de emisión de CO, Pb., Nox por la circulación de vehículos	Moderado. L.C.-.
Presencia de olores provenientes de humos, materiales.	Moderado; c; t; A.P.
Presencia de humos y gases.	Leve; c; t; A.P.

▪ AGUA.

La contaminación de fuentes de agua se estima nula a muy leve en esta etapa, toda vez que se deberá a estados de drenajes y área de rodamiento, y por efecto de la escorrentía superficial. La existencia y mantenimiento de drenajes y sistema de recolección y encauzamiento de aguas prevendrá un efecto mayor. Otro efecto regional será el aumento en la demanda en instalaciones de servicio.

Efectos sobre el agua	Grado del impacto
Aumento de la demanda	Leve a moderado. AII.
Contaminación de fuentes	Nulo; improbable.
Contaminación de aguas superficiales	Moderado.*
Contaminación de aguas subterráneas.	Nulo.
Modificación u obstrucción de drenajes.	Moderado a
Leve.	
Afectación a los procesos de recarga de acuíferos.	Muy leve a Nulo.

* El grado de impacto se verá modificado de Medio a Severo en caso de ocurrencia de contingencia por derrames accidentales.

▪ FLORA Y FAUNA.

El efecto negativo sobre la fauna se estima leve a moderado en este tracto, por ausencia de hábitats especiales en el sitio, salvo por el la presencia de tránsito en la nueva vía, y la velocidad del mismo, que podría causar atropellos. Con la flora, que ya habrá sido afectada en etapa constructiva, no habrá afectación negativa en etapa operativa. Habrá un efecto de ornato importante, positivo, con la revegetación de las áreas

GEOAMBIENTE S.A.

verdes y atención al paisajismo, áreas que serán mantenidas durante esta etapa.

Efectos sobre la flora y fauna	Grado del impacto*
Destrucción de flora de interés	Nulo
Destrucción de fauna silvestre por atropellos	Leve a nulo.
Impactos indirectos sobre flora y fauna	Nulo, o muy leve.
Introducción de especies exóticas o no propias de la zona de vida	Nulo

Nota: * ver simbología, en páginas anteriores.

▪ AMBIENTE HUMANO.

Los efectos previstos en este sector durante la etapa de operación, se refieren a: a) ornato, considerados importantes, positivos; b) el aumento en los servicios ofrecidos en el área y una vía nueva y adecuada (efecto positivo, moderado) y c) al riesgo por existencia de tránsito en el nuevo tramo de carretera. Otro riesgo a considerar es el de contingencias por accidentes, no estimable en la etapa presente, pero que se espera sea leve a nulo por la señalización, diseño adecuado del área de rodamiento y la visibilidad.

Efectos sobre el ambiente humano	Grado del impacto
Alteraciones a la estructura demográfica	Nulo
Alteración de la accesibilidad transversal y cohesión de la comunidad.	Nulo
Afectación de patrimonio arqueológico o histórico	Nulo
Alteración de costumbres, modo de vida	Moderado.
Aumento de las fuentes de trabajo.	Moderado (1)

(1) Este impacto se considera positivo.

Efectos sobre el sector económico y social	Grado del impacto
Efectos sobre el sector primario	Medio
Efectos sobre el sector secundario	Medio
Efectos sobre el sector terciario	Medio; c; p.
Riesgos por tránsito en los Accesos y salidas al sitio A.P.	Medio; c; p;
Riesgo por contingencias.	Leve; Desc.

Fuente: Trabajo propio.

GEOAMBIENTE S.A.

NOTAS:

Nota: En estos cuadros se utilizaron los criterios y metodología propios de la Consultora.

- (*) Metodología: Lista de chequeo, juicio experto.
(*1) Grado del impacto: Nulo =No se produce.
Leve = Efecto leve.
Medio = efecto moderado localizado.
Severo = efecto negativo severo.
t = temporal; p= permanente
C= cierto; pro. = probable;
imp. = improbable;
desc. = desconocido.
Negativo = -
Positivo = +;
I = Indiferente.
A.P.= área proyecto;
A.I.D.= influencia directa;
A.I.I.= área influencia indirecta.

Matrices de Importancia de impactos ambientales.

Procederemos a realizar la evaluación de los posibles impactos (con las medidas preventivas o mitigadoras aplicadas en el proyecto) de conformidad con las recomendaciones del Ordenador Conceptual de Impactos (OCE), sea, las matrices de importancia de impactos ambientales (MIIA).

GEOAMBIENTE S.A.

IATRIZ 1. DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS, FASE CONSTRUCTIVA, sobre AP y AID.

Efecto, actividad, obra	+/-	E (AII)	P	Int (AP)	MC	M	R	I
Movimientos de tierra, pérdida de suelo por arrastre	-	2	2	3	O	4	1	-20
Modificación o interrupción de drenajes naturales (agua)	-	1	8	8	N	4	5	-47
Compactación de suelos	-	1	8	8	N	4	5	-43
Contaminación de suelos	-	1	1	1	O	4	1	-11
Pérdida de suelos para otros usos por obras	-	1	8	8	N	4	5	-43
Contaminación de aguas por vertidos accidentales.	-	1	1	2	O	3	1	-20
Aumento en demanda de agua.	-	2	2	2	N	4	2	-14
Modificación en procesos de recarga de acuíferos por cobertura del suelo.	-	1	8	3	N	4	3	-26
Aumento emisión partículas al aire de polvo.	-	1	2	2	O	4	1	-15
Aumento niveles sonoros.	-	1	8	3	O	4	5	-43
Aumento niveles humos, gases.	-	2	2	2	O	4	1	-17
Modificación del paisaje por obras.	-	1	2	16	O	4	5	-61
Riesgo de accidentes de trabajo o de tránsito.	-	1	2	2	O	4	5	-20
Alejamiento fauna por presencia humana en el sitio.	-	1	8	8	N	4	1	-39
Aumento demanda mano de obra.	+	1	2	8	O	3	1	+33

Simbología:

+/- = Mejora o desmejora.

E = área de influencia. Puntual 1; parcial 2; extensa 3; total 8.

P = persistencia. Fugaz 1; temporal 2; pertinaz 4; permanente 8

MC = medidas correctoras. O = obras; N = no hay.

Int.= Grado de incidencia sobre el factor o elemento. Baja 1; Media 2; Alta 3; Muy alta 8, Total 16.

M= Momento del impacto. Largo plazo 1; mediano 2; inmediato 4.

R= reversibilidad. Corto plazo 1; medio 3; largo 8; irrecuperable 20.

I = Importancia. +/- [3 Int. + 2E + M +P + R]

GEOAMBIENTE S.A.

**MATRIZ 2. DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS EN FASE
 OPERATIVA SOBRE AP Y AID.**

Efecto o actividad	Elemento	+/-	E (AII)	P	INT. (AP)	MC	M	R	I
Contaminación por vertidos accidentales.	Suelo.	-	1	1	1	O	4	1	-11
Aumento ruidos.	Aire	-	2	4	2	N	4	1	-19
Aumento niveles de emisión CO, Pb, por tránsito de vehículos.	Aire.	-	3	8	3	N	4	8	-35
Olores.	Aire	-	1	4	2	N	4	1	-19
Contam. Fuentes aguas superficiales.	Agua.	-	1	1	1	O	2	1	-17
Revegetación, áreas verdes.	Flora.	+	2	8	3	O	1	1	+23
Alterac. Estructura demográfica.	Ambient e humano	+/-	1	4	1	O	1	1	+/-11
Modif. paisaje	A.H.	+	2	8	2	0	4	1	+23
Aumento fuentes de trabajo.	A.H.	+	1	8	1	O	1	1	+15
Riesgos naturales, daño personas o cosas	A.H.	-	1	8	1	O	4	1	-11
Accidentes.	A.H.	-	2	8	3	O	1	1	-23

Nota: Ver simbología en página anterior.

Analizando las matrices anteriores, podemos notar que, durante la etapa de preparación de área del tramo y construcción de la vía de rodamiento y las instalaciones, los efectos negativos más significativos serán sobre los elementos naturales suelo, Agua, aire, flora, y sobre el ambiente humano. El resultado es pues, el mismo que obtuvimos mediante otro tipo de metodología (análisis anterior):

▪ SUELO:

Efecto negativo por la posible contaminación por vertidos accidentales, pérdida para otros usos, compactación en área de rodamiento y obras conexas.

▪ AGUA:

Modificación en los procesos de recarga por cobertura del suelo, drenajes impedidos. Riesgo de contaminación de cauces o agua de escorrentía.

GEOAMBIENTE S.A.

▪ AMBIENTE HUMANO:

La modificación del paisaje, negativa en esta etapa, por las labores de construcción, además de los efectos de la reubicación forzosa, y emanaciones al aire, así como riesgo de accidentes.

▪ FAUNA:

Efectos negativos posibles leves a moderados, por ausencia de especies o porque aquellas que existen podrán trasladarse a lotes vecinos, así como la falta actual de hábitat especial en el sitio. Los mayores efectos negativos podrían darse por atropello de animales sobre la calzada.

Estudiando el sitio y las condiciones actuales, podemos concluir que:

- La magnitud del proyecto y el área de terreno involucrado es de proporciones importantes para la zona, pero no es un megaproyecto que pueda afectar severamente el ambiente regional.
- Las condiciones actuales de actividad humana ya han producido un impacto negativo en el ambiente natural, y el aumento de estas condiciones que resultará del proyecto, no es relevante en cuanto a afectos acumulados.

Durante la etapa Operativa, podemos notar de la matriz de importancia, que los efectos más relevantes del proyecto en la etapa de operación o funcionamiento, serán sobre los riesgos que eventos naturales o accidentes podrían generar sobre personas o cosas, y el aumento en el tránsito vehicular con el consecuente aumento en las emisiones de los hidrocarburos y riesgo de atropello, y los otros efectos son positivos o muy levemente negativos, como el mantenimiento de áreas verdes y la modificación del paisaje, y los efectos de trabajos de mantenimiento, negativos, son puntuales y pasajeros (olores, ruidos, desvíos):

▪ FLORA:

La revegetación y mantenimiento de las áreas verdes será una medida correctora del efecto de la fase de construcción sobre este elemento, si bien no resulta proporcional al mismo.

▪ AMBIENTE HUMANO:

La presencia de personas en el sitio y la existencia de trabajos de mantenimiento en obras de infraestructura, presentan un leve aumento de riesgo por accidente. Otros efectos son los ruidos, los olores, pero éstos, como se mencionó, serán puntuales y pasajeros (trabajos de

GEOAMBIENTE S.A.

mantenimiento): otros, relacionados al tránsito de vehículos, serán permanentes (ruido, humos, riesgo de accidente de tránsito).

El aumento (moderado) de fuentes de trabajo, es un efecto positivo, como también lo es contar con una vía nueva, segura y en excelente estado, que conecte San Antonio con Río Segundo.

GEOAMBIENTE S.A.

**Análisis de impactos acumulados (Sinergia) de la operación
del proyecto macro:
Corredor San José - San Ramón**

Introducción: El presente análisis obedece la normativa del BID para el presente proyecto, y procura realizar un diagnóstico sobre impactos acumulativos totales del proyecto, en todas sus secciones:

San José - Aeropuerto (Autopista General Cañas),
Aeropuerto - San Ramón (Carretera Bernardo Soto);
Radial Santa Ana - San Antonio, y
Radial San Antonio - Río Segundo.

Es así que se efectuó el estudio de los posibles impactos del proyecto sobre los elementos del ambiente natural, y sobre el ambiente humano, con los criterios utilizados para el análisis de impactos de cada uno de los estudios efectuados en los expedientes respectivos de cada tramo y que se detallaron anteriormente:

Criterios: a.- Magnitud; b.- Signo; c.- Extensión; d.- Momento; e.- Reversibilidad; f.- Certidumbre; g.- Sinergia; h.- Presencia de medidas correctoras o preventivas.

Evaluación de estado actual de elementos naturales y humanos en el tramo objeto del estudio:

<i>Elemento</i>	<i>Afectación</i>	<i>Grado de afectación</i>
Suelo	Moderada intervención y compactación. Cambio uso de suelo. Erosión leve.	70%
Agua	Drenajes modificados y contaminación: leve.	50%
Aire	Leve contaminación sonora	40%
Flora	Desmante, introducción de especies: Moderada.	70%
Fauna	Desplazamiento, pérdida de hábitats: Moderada.	70%
Ambiente socioeconómico	Riesgos: Leve. Molestias por contaminación sonora: Leve. Desplazamientos: Nulo.	100%

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro de elementos considerados en el análisis de la sinergia:

Elemento	Magnitud
Suelo	Es el elemento natural mayormente afectado.
Agua	Afectación moderada.
Aire	Afectación Moderada.
Flora	Afectación moderada
Fauna	Afectación leve.
Socioeconómico	Afectación moderada.

Cuadros de efectos posibles, acumulativos, en el total del proyecto.

Suelo:

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento suelo generados por remoción de suelos, movimientos de tierra, por erosión, pérdida para otros usos, disposición de sobrantes.

Signo	Magnitud ¹	Extensión ²	Momento	Reversibilidad.	Medidas ³
-	6%	2	Cortes, construcción	Parcial.	Preventivas, Correctoras

Nota: En la calificación de Magnitud, se incluye la sinergia, por el mayor efecto sobre el suelo de los movimientos de tierra necesarios en el sector San Antonio - Río Segundo, y Manolos - San Ramón. En todos los cuadros se incluye el aspecto de acumulación de impactos.

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento suelo generado por la presencia de desechos (Ordinarios, otros).

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	2%	2	Todas las etapas del proyecto.	Total.	Preventivas, Correctoras

Aire:

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento aire generados por ruidos de los vehículos y maquinaria.

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	6%	2	Todas las etapas del proyecto.	Nula	Mitigadoras

¹ Se asigna un porcentaje del 1 (nulo) al 10 (extremadamente severo)

² Se asigna un número del 1 al 5, siendo 1 local, y 5, nacional.

³ En la valoración presente se presupone incluido el plan de prevención

GEOAMBIENTE S.A.

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento aire generado por humos de vehículos automotores

Signo	Magnitud ⁴	Extensión ⁵	Momento	Reversibilidad.	Medidas ⁶
-	5%	2	Todas las etapas del proyecto.	Baja	Mitigadoras

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento aire generado por trepidación de equipo y maquinaria.

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	4%	2	Construcción, mantenimiento	Alta	Mitigadoras

Agua:

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento agua generado por los trabajos en los tamos: Modificación de drenajes.

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
.	2%	2	Cortes	Alta	Correctoras

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento agua generado por la presencia humana (Desechos, derrames).

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	2%	3	Obras, mantenimiento, operación	Media a alta.	Preventivas, Correctoras.

Flora:

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento flora generado por cortes y ampliaciones: Desmonte, corta de árboles.

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	3%	2	Inicio de obras.	Baja en AID. Nula zona de rodamiento.	Correctoras.

⁴ Se asigna un porcentaje del 1 (nulo) al 10 (extremadamente severo)

⁵ Se asigna un número del 1 al 5, siendo 1 local, y 5, nacional.

⁶ En la valoración presente se presupone incluido el plan de prevención

GEOAMBIENTE S.A.

**Valoración del efecto o impacto sobre el elemento flora
 generado por el proyecto**

Signo	Magnitud ⁷	Extensión ⁸	Momento	Reversibilidad.	Medidas ⁹
+	4%	2	Final obras, etapa mantenimiento, operación..	Media	Correctoras (Revegetación)

Paisaje:

**Valoración del efecto o impacto sobre el elemento humano Paisaje
 etapa construcción.**

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	3%	2	Inicio de obras.	Alta	Correctoras.

**Valoración del efecto o impacto sobre el elemento humano paisaje
 (etapa operación)**

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
+	3%	2	Operación, mantenimiento	Alta	Correctoras.

Ambiente socioeconómico:

**Valoración del efecto o impacto sobre el elemento socioeconómico:
 Conflicto con planes de desarrollo.**

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	0%	-	-	-	-

**Valoración del efecto o impacto sobre el elemento humano
 comunidades cercanas o afectadas: Riesgos accidentes.**

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	4%	2	Inicio de obras.	Alta	Correctoras. Mitigadoras.

⁷ Se asigna un porcentaje del 1 (nulo) al 10 (extremadamente severo)

⁸ Se asigna un número del 1 al 5, siendo 1 local, y 5, nacional.

⁹ En la valoración presente se presupone incluido el plan de prevención

GEOAMBIENTE S.A.

**Valoración del efecto o impacto sobre el elemento humano
 generado por el proyecto: Efecto Barrera (*).**

Signo	Magnitud ¹⁰	Extensión ¹¹	Momento	Reversibilidad.	Medidas ¹²
-	1%	2	Todas las etapas	Media	Correctoras.

(*)Nota Aclaratoria: Este efecto ya se dio, salvo en el tramo San Antonio - Río Segundo. Será mitigado mediante pasos peatonales.

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento socioeconómico local por expropiaciones.

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	1%	2	Pre proyecto	-	Nula Mitigadoras.

Fauna:

Valoración del efecto o impacto sobre el elemento fauna.

Signo	Magnitud	Extensión	Momento	Reversibilidad.	Medidas
-	1%	2	Inicio de obras, operación.	Baja en AID. Nula zona de rodamiento.	Minimizadoras.

CONCLUSIONES DEL EQUIPO TÉCNICO.

Del análisis de efectos sobre el medio natural y humano debemos concluir que las medidas de prevención, mitigación o correctoras, deberán dirigirse hacia la protección de los seres humanos, y la protección de agua y suelo. Y que, conforme con las condiciones naturales del terreno y el área, con esas medidas y el plan de control ambiental, el proyecto es socio económicamente favorable y ambientalmente FACTIBLE.¹³

¹⁰ Se asigna un porcentaje del 1 (nulo) al 10 (extremadamente severo)

¹¹ Se asigna un número del 1 al 5, siendo 1 local, y 5, nacional.

¹² En la valoración presente se presupone incluido el plan de prevención

¹³ Ver Mapa de Susceptibilidad.

GEOAMBIENTE S.A.

10. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE EFECTOS NEGATIVOS.

10.1. Protección de elementos naturales físicos.

10.1.1. Suelo:

10.1.1.1. Contaminación.

La contaminación del suelo podrá generarse por:

- Derrames accidentales de aceites o combustibles.
- Derrames de materiales químicos.
- Desechos sólidos y/o líquidos.

Las medidas propuestas para evitar o minimizar la contaminación por:

▪ Derrames:

Los derrames contaminantes que podrían darse son de hidrocarburos (aceites quemados, aceites, diesel, y otros derivados), sustancias químicas (pinturas, solventes, etc.).

Para evitar y contener los derrames accidentales de aceites o diesel se establecerá un área especialmente acondicionada en Campamento que se dedicará a taller, para cambios de aceites, engrases, reparación de equipo y maquinaria; esta área consistirá en un planche techado, con un drenaje perimetral que dirija aguas oleaginosas hacia una trampa especialmente diseñada para ello. No se harán cambios o reparaciones fuera del o de las áreas designadas. En caso de ocurrir derrames en otras áreas, éstos serán contenidos mediante el uso de arena fina que luego será recuperada y colocada en estañones tapados y podrá ser reutilizada. El sitio de planta asfáltica estará adecuado al uso, y se mantendrá control sobre derrames que puedan generar arrastre hacia cauces de agua, mediante obras de contención. Una vez finalizada la vida útil de la planta, se limpiará y ordenará el sitio (Ver Tomo II, Plan de manejo de plantas).

▪ Desechos:

Los desechos podrán ser sólidos o líquidos, ordinarios o especiales.

Sólidos: Ordinarios. Son sobrantes de comidas, papeles, envases de alimentos o empaques de artículos no contaminantes y similares. Éstos serán almacenados temporalmente en contenedores tapados, y recolectados por una empresa privada que se contratará (como WPP, por ejemplo) para ese efecto. Si se estima un número aproximado de 200 personas laborando en el proyecto, el volumen de desechos ordinarios podrá ser de 2.0 m³/semana; este

GEOAMBIENTE S.A.

volumen aumentará exponencialmente según el número de personas trabajando.

Sólidos especiales: Son aquellos considerados tóxicos o de tratamiento o disposición especial, tales como envases de sustancias químicas peligrosas, envases de aceites o pinturas, envases de solventes, etc.

Algunos de estos desechos podrán ser tratados en relleno sanitario autorizado, otros entregados para ser quemados en la industria cementera. Se llevará inventario de estas sustancias, y al personal autorizado para su manipulación se dará instrucción de la forma de su disposición, que será conforme lo recomiende el fabricante del artículo o sustancia en cuestión.

▪ Desechos líquidos:

Los desechos líquidos: Aguas negras y servidas. El CAP estimó estos desechos en etapa Constructiva en 500 l/día; la disposición de aguas negras se hará mediante el uso de servicios sanitarios portátiles para los sitios de trabajo y la empresa que los alquila dará el mantenimiento; para las aguas jabonosas y negras en campamento, cuenta con tanque séptico.

10.1.1.2. Erosión laminar hídrica. Eólica.

La erosión laminar se produce por la escorrentía superficial de aguas de lluvia o otro tipo de aguas sobre el suelo; la erosión eólica es generada por el viento sobre tierras desnudas.

Para evitar la primera (laminar) se deberán sustituir los drenajes naturales impedidos por las obras o en instalaciones temporales, mantener alcantarillas, desagües y tubería de conducción en buen estado de funcionamiento, sea, sin daños ni obstrucciones. Otras medidas son para evitar el arrastre de tierras apiladas en etapa de construcción, como su cobertura o humedecimiento, y su pronto retiro a los sitios de disposición. Especial atención recibirán los espaldones de los cortes, y dependiendo de la pendiente (moderada, menor a 30% o severa cerca de 80%) se recomienda:

GEOAMBIENTE S.A.

Área:	Recomendación:
Pendiente suave, moderada, menor a 30%	Cubierta vegetal con especies herbáceas que amarren el suelo, como pastos rastreros con estolones o manicillo.
Pendientes fuertes, cerca del 60%	Utilizar especies vegetales más resistentes y tupidas en los espaldones, como lengua de suegra, colegallo, caña de indio o itabo.
En cortes más pronunciados	Utilizar obras de protección y contención, según se requiera, y tratarlas paisajísticamente con plantas de cobertura en los que se pueda, por ejemplo, gaviones escalonados.

En el tramo San Antonio - Río Segundo, la depresión de la quebrada La Fuente generará taludes de corte que ameritarán estabilización por cualquiera de los métodos recomendados, según la pendiente final y criterio técnico.

La erosión eólica del suelo solamente se dará en etapa de construcción, por cuanto será durante la misma que algunas áreas permanezcan sin cobertura, o existan apilamientos de la tierra removida para su reutilización. En lo posible, se cubrirá la tierra en época seca, y algunas áreas serán regadas levemente con agua, lo cual evitará también que se afecte la calidad del aire.

10.1.1.3. Otros efectos:

Otros efectos del proyecto sobre el suelo, como el uso y ocupación distinta, o la compactación por obras, no podrán ser evitados. El efecto visual negativo que se dará en etapa de construcción se verá mejorado con la implementación del plan paisajístico de la Concesionaria.

10.1.2. Aire.

El efecto del proyecto sobre el aire, como se mencionó anteriormente, podrá ser la generación de:

- o Ruido.
- o Humos.
- o Trepidaciones.
- o Olores.
- o Polvo

GEOAMBIENTE S.A.

10.1.2.1. Ruido.

Los niveles permitidos:

<u>Nivel de ruido (dBA)</u>	<u>Tiempo de exposición sin protección.</u>
60 o menos	12 - 14 Hs.
Más de 90 a 95	2 -3 Hs.
Más de 95	No debe exponerse sin protección.

Algunos países tienen parámetros diferentes, como 8 horas de exposición sin riesgo a 90 dB, pero nos parece que los nuestros son más seguros. El equipo de protección indicado en cada caso depende del nivel de ruido, si es continuo o puntual, de la amplitud, intensidad (Watt/m^2) y frecuencia. La frecuencia está relacionada con el tono (Hz).

La unidad utilizada (decibel) no tiene dimensión, expresa un determinado nivel de intensidad con respecto a un nivel de referencia, siendo ésta el umbral de percepción humana, partiendo de 0 (no perceptible) con incrementos de intensidad igual a 10dB. La percepción depende del ambiente (y del estado de salud auditiva de la persona que percibe); en un ambiente muy silencioso, la intensidad del ruido es mayor. El ruido promedio en un ambiente silencioso (una biblioteca u oficina sin teléfonos u otros que intensifiquen el nivel de ruido, por ejemplo) es de 30dB. Una aspiradora tiene 70 dB, una motocicleta 90dB. De estos niveles, el de 30 dB no es molesto, el de 70dB es molesto y resulta dañino si la exposición es continua y por un tiempo indeterminado largo, y 90 dB es dañino sin protección por dos o más horas de exposición.

Actualmente la calidad del aire, en cuanto a ruidos, es buena, no existiendo ruidos dañinos en AID. Las mediciones realizadas arrojan niveles de 55 a 70 dB en áreas cercanas al inicio, y de 50 a 60 dB en zonas intermedias del trazado.

El proyecto durante la etapa de construcción generará ruidos molestos en lugares donde labore maquinaria y el ruido que se producirá será además el del equipo móvil (transporte) y el internamiento o despacho de desechos (movimiento de contenedores), así como el que se produce por la presencia humana. No obstante, es de esperar que no trascenderá AID, salvo el del equipo móvil de transporte, que por su tránsito por las vías públicas y patio interno, produce un ruido medio y discontinuo, que se estima en 80 dB, pero las mediciones futuras del Regente Ambiental darán datos más específicos sobre el particular.

GEOAMBIENTE S.A.

Las medidas de prevención a los efectos del ruido que serán adoptadas por la Concesionaria:

- a. En sitios de influencia del efecto donde se localicen barriadas o escuelas cercanas a sitios de obras, se elevarán vallas opacas contiguas al sitio de laboreo en etapa constructiva. De manera permanente, donde los estudios lo recomienden una vez realizados los cortes, se recomienda el uso de pantallas sonoras o barreras acústicas que podrán ser: Setos densos multiestratos semipermeables reforzados con estructura rígida oculta. Las especies más apropiadas son: Veraneras, caña de indio, bambú, clavelón, amapola. Se puede determinar actualmente como sitio probable a considerar, el frente a la urbanización Paseo de las Garzas.
- b. Los operarios utilizarán equipo protector de oídos cuando trabajen en sitios bajo influencia de este efecto.
- c. Las personas encargadas del monitoreo por parte de la Constructora, así como la Regencia Ambiental vigilarán el uso del equipo.
- d. Se advertirá a los subcontratistas que el equipo móvil o estacionario deberá estar en buen estado y no generar ruidos superiores a los normales para el tipo de maquinaria.

10.1.2.2. Humos.

No podrá evitarse la generación y efectos sobre las comunidades o asentamientos localizados dentro del AII de humos generados por el equipo y la maquinaria; éstos serán efectos temporales, puntuales, y serán dispersados por el viento.

10.1.2.3. Trepidaciones.

En cuanto a Ruidos y trepidaciones, en áreas donde éstos sean molestos para escuelas (no hay hospitales en este tramo), se colocarán vallas opacas que reducirán el volumen de aquellos; estas vallas serán temporales, móviles con el fin de trasladarlas conforme avancen las obras, y podrán

GEOAMBIENTE S.A.

consistir de diversos materiales que resulten eficientes para este fin, como láminas plásticas, pacas u otro.

10.1.2.4. Olores.

No podrá evitarse la generación y efectos sobre las comunidades o asentamientos localizados dentro del AII de olores por el uso de materiales como asfaltos; éstos serán efectos temporales, puntuales, y serán dispersados por el viento.

En etapa operativa, el efecto sobre este elemento será el aumento de niveles de emisión de gases y humos provenientes del equipo móvil (tránsito vehicular) y el aumento en los niveles sonoros por la misma fuente. Estos efectos no podrán ser evitados, pero serán minimizados por la revegetación de áreas y por la dispersión que harán los vientos en la zona.

10.1.2.5. Polvo. La realización de desmonte y cortes para la obra, el apilamiento de tierra removida, podrá generar polvo que el aire arrastrará con direcciones norte o este (dependiendo de la época del año); para evitar las molestias que este efecto podrá generar, la Concesionaria deberá cubrir o humedecer la tierra apilada y retirar sobrantes a la brevedad posible y frecuentemente; las vagonetas que retiren el material de tierra hacia botaderos u otros usos, deberán utilizar toldos.

10.1.3. Agua.

10.1.3.1. Contaminación de aguas superficiales.

Para evitar la contaminación de aguas superficiales se implementarán medidas tales como:

- ✓ Eliminación correcta de desechos sólidos ordinarios. Estas medidas consistirán en la colocación de contenedores tapados, de suficiente capacidad, para la recolección de basuras ordinarias (papel, envases, cáscaras, y similares); estos contenedores estarán colocados en el campamento; habrá al menos uno en sitios de laboreo, que será trasladado conforme avancen los trabajos, y recolectado igualmente por la empresa privada que se contratará para ese fin. Con una de estas empresas se convendrá el servicio oportunamente.
- ✓ Para la eliminación de desechos líquidos (aguas negras) se colocarán sanitarios portables, del tipo que usa químicos, y se contratarán éstos y el servicio de mantenimiento y limpieza a una empresa privada. Habrá servicios en el campamento, y según la distancia, en

GEOAMBIENTE S.A.

áreas de trabajos, en número igual a 1 x 10 trabajadores y por sexo.

- ✓ Desechos especiales: Consisten en recipientes de pinturas, lubricantes y aceites pesados, sobrantes de combustibles diesel, envases de sustancias químicas, residuos de selladores, y otros similares, que deberán ser desechados según lo recomiende el fabricante. En cuanto a residuos de pavimento, cemento, hormigón, varillas, espuma de poliuretano, materiales de empaque de cemento y productos ordinarios, serán trasladados a un relleno sanitario autorizado para recibirlos. El manejo de estos desechos deberá ser encomendado a una persona responsable, la cual llevará bitácora de su volumen estimado y su envío a lugares de disposición aprobados.
- ✓ En caso de generarse desechos gaseosos: Las sustancias susceptibles de generar gases deberán ser tratadas por personal conocedor, que utilice el equipo protector adecuado, en lugares ventilados. El viento dispersará los gases. No se utilizarán sustancias neurotóxicas.
- ✓ Recolección oportuna de sobrantes y desechos de materiales, que serán recolectados por la Constructora o por empresa que ésta contrate y desechados en lugares aprobados por el Ministerio de Salud y la Municipalidad del Cantón correspondiente.
- ✓ Otro tipo de desecho son los arbustos, ramas, zacates, troncos y maleza en general que deberán ser eliminados en área del proyecto. Estos desechos deberán ser dispuestos de manera correcta en sitios aprobados como botaderos, de inmediato. Los árboles que deban ser cortados (en el tramo que nos ocupa serán árboles dispersos y cafetos) serán entregados al Ministerio de Educación para ser aprovechados según esa institución resuelva, para lo cual se colocarán en sitios aprobados por ese Ministerio, de acuerdo entre el MS, la Concesionaria y el Ministerio de Trabajo; se indicará plazo para su retiro.
- ✓ La tierra removida para la preparación del terreno será utilizada en parte, como material de relleno en los sitios donde se requiera, y el resto será colocado en los sitios de Botaderos o se entregará a rellenos sanitarios que la requieran. El almacenamiento temporal de esas tierras para su uso posterior (rellenos) deberá hacerse en los botaderos, debidamente protegidas del arrastre de aguas de lluvias o del viento.
- ✓ Manejo adecuado de materiales químicos, para evitar derrames sobre el suelo o cauces. Esto incluye sitios de bodegaje acondicionados conforme sea requerido por el material de que se trate (ventilación, cobertura, acceso

GEOAMBIENTE S.A.

- restringido, iluminación, estantes seguros, equipo protector personal, entre otros). Inventario de sustancias.
- ✓ Ubicación de campamento de manera que no afecte cauces de agua cercanos el eventual derrame accidental de aceites, químicos u otro.
 - ✓ Instalación para taller, cambios de aceites, mantenimiento de maquinaria, con planché de cemento y caño perimetral, trampa de aceite y techado.
 - ✓ En la construcción de puentes sobre cauces se tomarán precauciones con el objeto de no contaminar las aguas con sustancias químicas, sólidos o elementos extraños; estas medidas consistirán en la concientización de los operarios sobre los cuidados para no contaminar las aguas con elementos ajenos, como concreto, material de desmonte, tierra. De ocurrir, deberán ser retirados inmediatamente del cauce. Se colocarán retenedores para control de la escorrentía en el cauce del Río Segundo y Quebrada La Fuente.

Otra medida para la protección del elemento agua, será el de la política de "Uso Racional del Agua", con el objeto de mantener al mínimo el volumen utilizado, lo que se procurará haciendo saber a los operarios y empresas contratistas, que este es un requisito de la Concesionaria.

En la etapa **operativa**, las medidas indicadas, según sean aplicables a las labores que se realicen e instalaciones que se mantengan, se aplicarán en lo conducente de igual manera.

10.1.3.2. Contaminación de aguas subterráneas.

Las medidas antes citadas son aplicables para la protección de aguas subterráneas, y a éstas se agrega la instalación de botaderos, zonas de apilamiento de materiales, campamento, en áreas previamente aprobadas en conjunto con la Regencia Ambiental y por el profesional en Geología, a fin de evitar que los efluentes lleguen a cauces o lleguen a permear el suelo.

10.1.3.3.

Efectos sobre la dinámica natural del agua superficial: Modificación de drenajes. Estos efectos se reflejarán en alteraciones leves sobre infiltración, y moderados sobre drenaje natural. No son efectos que puedan evitarse, pero serán minimizados mediante el mantenimiento de los drenajes naturales cuando sea posible, y la

GEOAMBIENTE S.A.

redirección de aguas por drenajes artificiales hacia los desagües naturales.

10.2. Protección de elementos naturales bióticos.

10.2.1. Flora.

Se incluye en este estudio el inventario forestal del trazado del tramo a construir, donde se ha indicado los árboles existentes, y se indicará oportunamente el número de éstos que deberán cortarse y marcarse para permitir la construcción de la carretera y obras conexas para los permisos de corta que serán solicitados previamente.

En cuanto al resto de la flora, no será afectada por el proyecto. Posteriormente se resembrarán áreas verdes, mejorando el ornato con especies propias de la zona. En áreas de cuencas de los ríos en que sea requerida la mejora de la zona protectora, se arborizarán las orillas, 100 metros aguas arriba y aguas debajo de sitios de puentes, a ambos lados (según el plan de arborización, Tomo II).

En etapa operativa se dará mantenimiento a las áreas verdes, ornamentales y zona arborizada.

10.2.2. Fauna.

Al iniciar los trabajos, la fauna silvestre huirá del área, refugiándose en los parches boscosos más cercanos, como los encontramos a las orillas de los cauces del Río Segundo y Quebradas que discurren por el área. Otras especies, más adaptadas a la presencia humana, tales como aves, ardillas y zorros pelones, se trasladarán a jardines y patios o cercas de las propiedades aledañas.

Se ha realizado un estudio de la fauna terrestre y acuática de los cauces existentes en área del trazado, especialmente algunas nacientes, sin encontrar especies amenazadas o endémicas.

Se indicará a los peones, capataces y personal en general, que está terminantemente prohibido cazar o dañar a un animal silvestre.

Por ora parte, se analizó la existencia de posibles pasos a desnivel para ser utilizados por la fauna para cruzar la calzada, siendo los naturales como cañones de ríos y quebradas y caminos vecinales. En este tramo de carretera existen dos cañones de cauce (Río Segundo y Quebrada La Fuente) que servirán como pasos naturales para la fauna

GEOAMBIENTE S.A.

silvestre, y se ubican a distancias aceptables uno del otro como para resultar eficientes (> 2 km) para este objetivo.

En etapa operativa se colocarán rótulos agradables a la vista y según lo aprueben tanto el MOPT como las Municipalidades correspondientes, que señalen "Proteja la vida silvestre" o mensajes en ese sentido.

10.3. Protección de ambiente humano:

10.3.1. Infraestructura existente.

No hay infraestructura existente en AP en la actualidad, salvo las instalaciones de tendido eléctrico y telefónico.

10.3.2. Reasentamientos forzosos (Normativa BID).

Como señala el estudio de las condiciones del ambiente humano, en AP y AID no existen algunas familias que deberán ser reubicadas por motivo del Proyecto.

En cuanto a fincas, las gestiones de expropiación o compensación son responsabilidad del Estado. Sin embargo, atendiendo las responsabilidades propias, la Constructora propone:

- Colaborar, mediante el Plan de Gestión Comunitaria, y la información brindada en el mismo y en este estudio, para asegurar a las personas cuyas fincas deban ser expropiadas, parcial o totalmente, a obtener la asistencia necesaria.

Los propietarios afectados deberán conocer las alternativas a que tienen derecho; deberán recibir el pago por la expropiación de sus fincas, conforme con el procedimiento de expropiación que indica la Ley de Expropiaciones, la cual requiere una valoración oficial de los bienes a expropiar.

10.3.3. Seguridad ciudadana.

- En etapa de construcción:

El aspecto de la seguridad es de primer orden, y deberá abarcar tanto a los trabajadores que realizan las obras como a los conductores de vehículos, transeúntes y personas que viven en el AID.

En cuanto a los operarios y trabajadores de la Constructora, el plan de seguridad laboral contempla las medidas a tomar y las responsabilidades, así como las necesidades de instalaciones, equipo y personal.

GEOAMBIENTE S.A.

Otras medidas de protección serán las implementadas para las instalaciones especiales, como lo son:

.INSTALACIONES ESPECIALES.

1. Tanques de combustibles para autoconsumo.

El terreno para la instalación de los tanques deberá cumplir con las especificaciones que señala el artículo 15 del Decreto 30131-MINAE-S /2002.

Se obtendrán los permisos previos correspondientes, conforme lo indica en antes citado Decreto Ejecutivo (artículo 7).

Las instalaciones (tanques, localización, medidas de seguridad, medidas de protección del ambiente) deberán cumplir con las disposiciones del antes citado Decreto.

.2. Bodegas para almacenamiento de sustancias peligrosas.

▪ Medidas de mitigación:

o Instalaciones: Las bodegas tanto provisionales como permanentes contarán con:

- a. Acceso restringido, puertas amplias y al menos dos salidas sin obstrucciones.
 - b. Inventario permanente de existencias por clase de producto.
 - c. Anaqueles seguros, de altura no mayor a metro y medio, para recipientes pequeños. Los recipientes o contenedores mayores serán colocados en piso.
 - d. Pisos de concreto.
 - e. Zonas de tránsito, señaladas en piso.
 - f. Iluminación adecuada.
 - g. Ventilación adecuada.
 - h. Equipo extintor de incendios, por tipo de producto, colocado en lugares señalizados y de manera que su acceso sea ágil, sin obstrucciones, con instrucciones para su uso conforme a sustancia generadora del fuego.
 - i. Al menos dos duchas.
- ✓ Rotulación: Habrá rótulos visibles, en español, de advertencia del riesgo que representa el producto para cada tipo de sustancia (tóxica, volátil, explosiva, etc.)
- ✓ Equipo:
- a. Extintor de fuegos, conforme clase de sustancia o potencial fuente generadora de incendio.
 - b. De protección humana (guantes, anteojos, tapa bocas u otros) conforme lo indique cada Hoja de Seguridad de Producto.
 - c. Extractores de aire, con filtros en caso de cuartos cerrados.

GEOAMBIENTE S.A.

d. Botiquines, que contengan los elementos necesarios para atender de forma inmediata y mientras se presenta personal médico, los casos de accidente por manipulación de productos químicos.

✓ Instrucción:

Los trabajadores que manejen los productos, así como el/los encargado/s de bodega/s, recibirán, previamente, capacitación para su uso y manejo.

3. Plantas de asfalto: Se ubicarán, preferiblemente, en plantas ya existentes de otras empresas; de no ser posible, la ubicación responderá a sitios con características como sigue, y se indica en el plan respectivo (Tomo II):

- a. Áreas de topografía plana.
- b. Al menos 100 metros de cauces superficiales de agua.
- c. Se hará caño perimetral del área de planta y de carga de vehículos de transporte del material, el cual recibirá las aguas llovidas.
- d. El caño contará con trampa de grasas.
- e. Al finalizar la vida útil del sitio, se limpiará éste.

En lo que se refiere a transeúntes y personas que viven cerca de las áreas de laboreo, campamentos o botaderos: Las áreas de trabajo, entradas y salidas de vehículos y maquinaria, serán señalizadas claramente, con señales visibles tanto de día como de noche. Las zonas de cortes estarán acordonadas. Habrá pasos seguros hacia casas, comercio, escuela y otros lugares que requieran accesos. Se instruirá a los operarios de maquinaria y vehículos móviles que antes de realizar maniobras para ingresar o salir de un área como botaderos, zonas de apilamiento o campamento, taller, etc., deberán estar seguros que ninguna persona corre peligro.

Para evitar accidentes a los vehículos que transiten en zonas de riesgo, se establecerán rutas alternas, y aquellas zonas tanto como las rutas alternas estarán señalizadas, con luces para tránsito nocturno, y contarán con la asistencia de personas que dirijan el tránsito si es necesario. Los cortes, apilamientos temporales de material, estarán acordonados; se evitará que maquinaria o equipo estacione en faldones o zonas de rodamiento al menos que esté realizando maniobras, pero será retirado hacia los sitios de estacionamiento debidamente adecuados al finalizar las labores de cada día. Si se diera el caso de falla mecánica, y mientras se retira del área, se colocarán

GEOAMBIENTE S.A.

avisos luminosos previniendo a los conductores y a las personas.

▪ En la etapa operativa:

Cada vez que se realicen labores de mantenimiento de la ruta, se tomarán las mismas previsiones.

10.3.4. Paisaje, ornato.

Este aspecto es de importancia para el proyecto, y las acciones a realizar para embellecer el medio toman en cuenta estudios de las condiciones de la zona.

El desarrollo histórico de la meseta central se ligó a la agricultura, tanto por su clima como por su ubicación fisiográfica de un valle Intermontano de suelos fértiles de origen volcánico. La introducción del cultivo del cafeto disparó el desarrollo de esta parte del país, generando riqueza social y produciendo un paisaje característico. Incluso condicionó el desplazamiento de los centros de administración del estado costarricense.

La cultura del café modeló las costumbres del país, social y económicamente.

La propuesta para este tramo de la carretera, incluye setos vivos, densos, en AID, que servirán de barreras sonoras para el desarrollo de zonas habitacionales en las inmediaciones de la ruta, con plantas como veraneras, jacarandas, itabos y arborización con diversas especies de árboles que generen efectos visuales agradables (poró, roble sabana, vainillo) y frutales, para beneficio de la fauna silvestre que pudiera haber en el área (guayaba, mango, güitite, higuierón).

10.3.5. Elementos históricos y/o arqueológicos.

No hay record de sitios de interés arqueológico en AP o AID del proyecto. En caso de encontrar algún vestigio al realizar los movimientos de tierra en etapa constructiva del proyecto, la Constructora detendrá los trabajos inmediatamente e informará a las autoridades de esta circunstancia, como indica la ley.

El Regente Ambiental del Proyecto velará por el cumplimiento de esta disposición legal y compromiso ambiental.

GEOAMBIENTE S.A.

Resumen de Compromisos Ambientales:

Etapa de Construcción:

Protección de suelos.	Manejo de desechos; obras de contención; cortes y rellenos adecuados; conformación de taludes; disposición de tierras removidas sobrantes en sitios aprobados; ejecución de planes de manejo de desechos sólidos y líquidos. Adecuación de sitios especiales (bodegas, talleres, plantas de asfalto, áreas de apilamiento, etc.) Instrucción a trabajadores.
Protección de aguas.	Ejecución de planes de manejo de desechos líquidos; instrucción a trabajadores. Adecuación de sitios (bodegas, talleres, áreas de apilamiento y aparcamiento, etc.)
Protección de aire.	Vallas opacas; mantenimiento de equipo; humedecer suelos desnudos en época seca.
Protección de flora y fauna silvestres.	Advertencia a trabajadores de no dañar la fauna; revegetación de áreas verdes, ornato.
Protección del ambiente humano.	Ejecución del plan de gestión comunitaria; Seguridad; señalización; equipo protector; acordonamiento de áreas, rutas alternas. Paisajismo.
Seguridad laboral.	Ejecución del plan de seguridad laboral.
Controles.	Monitoreo, control permanente.

Etapa de Operación:

Seguridad laboral.	Ejecución del plan de seguridad laboral.
Protección del ambiente.	Ejecución del PGA.
Seguridad ciudadana.	Ejecución del plan de seguridad. Rutas alternas, señalización en sitios de obras de mantenimiento. Vigilancia. Mantenimiento de la vía y obras conexas.
Protección de elementos naturales.	Mantenimiento de obras de protección (desagües, alcantarillas, contención).
Ornato.	Mantenimiento de áreas verdes y jardines.
Controles.	Control, monitoreo permanente.

GEOAMBIENTE S.A.

11. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

- 11.1 Ejecutor de las medidas
- 11.2 Monitoreo.
- 11.3 Cronograma de ejecución
- 11.5 Plan de contingencia
- 11.6 Costos de la gestión ambiental

Los **objetivos** del Plan de Gestión ambiental son la prevención y mitigación de impactos negativos y la minimización y control de efectos durante las etapas de construcción y operación del proyecto, así como la prevención de accidentes y daños a personas. Para ello, se establece la necesidad de contar con la jerarquización de responsabilidades, sea, indicar a quién le toca hacer qué en caso de contingencia, y cuales controles se deberán mantener a efectos de evitar que aquella ocurra.

Jerarquización de responsabilidades:

En cuanto a la empresa, el Jerarca encargado de la toma de decisiones ante situaciones que así lo requieran será el Gerente de la empresa Constructora en etapa de Construcción, y en su ausencia, el Presidente. En etapa Operativa, será responsabilidad de la Concesionaria, en la persona de su Gerente o en su ausencia, del Presidente. Los nombres y números de teléfono en que puedan ser localizados estarán a disposición de los Encargados de Seguridad y apoyo logístico, por lo que se deberá suplir a los Capataces o encargados de Campamento de un teléfono regular, o un celular o de un radio de onda corta.

Habrá, para el proyecto, un Encargado de Ambiente, que trabajará en forma estrecha con el Regente Ambiental y otro personal ejecutor de Planes.

11.1 Ejecutor de las medidas.

Etapa Constructiva: La Constructora nombrará un Regente Ambiental, de previo a iniciar la etapa, y a un Encargado de Ambiente, al comenzar las obras; también contratará a Encargados de Ejecución de Planes, según corresponda.

Etapa Operativa: La Concesionaria contará igualmente con un Encargado de Ambiente, un Regente Ambiental y encargados de la ejecución de los planes, conforme corresponde.¹

¹ Ver Planes, Tomo II.

GEOAMBIENTE S.A.

11.2 Monitoreo.

El sistema de monitoreo de la gestión ambiental comprende dos aspectos complementarios, a) la jerarquización de responsabilidades ante emergencias que representen peligro tanto para la salud humana como para la calidad de los elementos ambientales y b) los procedimientos en casos de accidentes o acciones que provoquen o puedan provocar daño al ambiente o a las personas.

Dentro de esta última categoría se colocan las fugas de hidrocarburos, sustancias químicas, desechos, contaminación de suelos o aguas, pérdida de suelos, y otras, las cuales se estima no ocurrirán dadas las especificaciones técnicas de los materiales, construcción de tanques de almacenamiento temporal, tuberías y sistemas de drenajes, cortes y protección de suelos, áreas de botaderos, de taller, y otras áreas adecuadas a su uso y a los controles de calidad de las instalaciones y obras que el MINAE, el MOPT, el MS y otras instituciones, además de la empresa Constructora y la Concesionaria, exigen. Otros daños potenciales al medio podrían ser de efectos puntuales, localizados y pasajeros, como emanaciones a la atmósfera de olores, gases, ruidos.

El monitoreo y control ambiental será constante, con revisiones, pruebas, muestreos e inspecciones según el plan de trabajo. Se harán informes a Setena con la frecuencia que esa Secretaría lo demande.²

² Ver Plan de Monitoreo, Tomo II.

GEOAMBIENTE S.A.

11.3 Cronograma de ejecución del PGA.

Etapa	Medida ambiental	Ejecución
A. Construcción.		
	Instrucción de empleados.	Inicio etapa y cuando se requiera por cambios en planilla.
	Adecuación de sitios de taller, bodega, botaderos, campamento.	Inicio etapa.
	Ejecución del plan de gestión ambiental.	Toda la etapa
	Ejecución del plan de Disposición de desechos sólidos y líquidos.	Toda la etapa.
	Ejecución del plan de gestión ciudadana.	Inicio etapa y por la duración de ésta.
	Ejecución del plan de seguridad laboral.	Toda la etapa.
	Ejecución del plan de Contingencias.	Toda la etapa
	Ejecución del plan de Monitoreo y control.	Toda la etapa.
	Ejecución del plan de protección de patrimonio cultural.	Previo inicio - duración del plan.
	Ejecución del Plan de prevención de accidentes.	Toda la etapa.
	Protección de fauna silvestre.	Durante etapa de construcción.

GEOAMBIENTE S.A.

B. Operación		
	Instrucción trabajadores.	Inicio etapa y cuando sea necesario por cambio en planilla.
	Ejecución de plan de seguridad ciudadana (Prevención de accidentes).	Toda la etapa.
	Ejecución de plan de seguridad laboral.	Toda la etapa.
	Ejecución del plan de trabajo.	Toda la etapa.
	Ejecución del plan de gestión ambiental.	Toda la etapa.
	Monitoreo, control.	Toda la etapa.

11.4 Costos de la gestión ambiental.

La gestión ambiental ha sido estimada en la suma de \$2.200 para la fase constructiva, y en \$1.800 para la fase operativa, primeros 3 años. Se prevé un 10% de aumento anual de costos por acción inflacionaria. Incluye administración, pago de honorarios, salarios, y algunos materiales. No incluye obras previstas como protección de suelos y taludes, instalaciones especiales para almacenamiento, taller, etc., ni recolección y tratamiento de desechos, ítem que están incluidos en el costo del proyecto. Tampoco se incluye la garantía ambiental rendida para el proyecto.

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro Resumen del Plan de Gestión Ambiental:

Acciones	Responsable	Tiempo de ejecución	Monitoreo	Costo estimado Colones
Protección de suelos.	Concesionaria. Encargado.	Durante etapa constructiva.	Toda la etapa y en etapa operativa.	Incluido en costo de proyecto, y operación.
Protección de aguas	Concesionaria. Encargado,	Obras en etapa constructiva.	Toda la etapa y en etapa operativa	Incluido en costo de proyecto. Estimado total ver capítulo 12.
Protección de aire	Concesionaria. Encargado.	Etapa constructiva.	Toda la etapa y en etapa operativa	Incluido en costo de proyecto
Protección, reposición, de flora	Concesionaria. Encargado.	Etapa final de construcción, mantenimiento etapa operativa.	Toda la etapa y en etapa operativa	Incluido en costo de proyecto
Protección de fauna	Concesionaria. Encargado.	Ambas etapas.	Toda la etapa y en etapa operativa	Incluido en costo de proyecto y evaluación de costo de medidas (Capítulo 12)
Prevención de accidentes laborales	Concesionaria. Encargado.	Amas etapas	Toda la etapa y en etapa operativa	Incluido en costo de proyecto
Prevención de accidentes de tránsito	Concesionaria. Encargado.	Etapa constructiva	Toda la etapa y en etapa operativa	Incluido en costo de proyecto
Ejecución de planes.	Concesionaria. Encargados.	Según correspondan	Toda la etapa y en etapa operativa	Incluido en costo de proyecto
Control, monitoreo	Concesionaria, personal encargado de diversos planes, RAP.	Amas etapas	Toda la etapa y en etapa operativa	Incluido en costo de proyecto

GEOAMBIENTE S.A.

FRECUENCIA DEL MONITOREO

Medida ambiental	Tiempo aplicación	Monitoreo
Protección de suelos contra erosión, contaminación.	Ambas etapas	Diario en sitios de obras o mantenimiento; quincenal por parte del RAP.
Protección de aguas superficiales	Ambas etapas	Diario en sitios de obras o mantenimiento, quincenal por parte del RAP
Prevención de accidentes laborales o de tránsito por obras	Ambas etapas	Diario en sitios de obras o mantenimiento, quincenal por parte del RAP
Protección de flora y fauna, mantenimiento de revegetación.	Etapas construcción. Etapas operativa.	Diario en sitios de obras o mantenimiento, quincenal por parte del RAP
Control sobre ejecución de planes (Tomo II.) de manejo de desechos sólidos o líquidos, de gestión comunitaria, de arborización, de seguridad laboral, etc.	Según corresponda a la etapa. Ambas etapas.	Mensual.

GEOAMBIENTE S.A.

12. COSTOS.

12.1 valoración monetaria del impacto ambiental.

El monto más alto de la valoración monetaria de efectos sobre el ambiente natural y humano se estima en 1% del valor de la obra.

GEOAMBIENTE S.A.

TOMO II.

Contenido:	Pág.
14. PLANES.	
<u>14.1. PLANES DE ETAPA CONSTRUCTIVA:</u>	
PLAN DE EVACUACIÓN Y EMERGENCIAS.	2
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS, SÓLIDOS. LIQUIDOS.	15 21
PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.	24
PLAN DE MANEJO ARQUEOLÓGICO.	32
PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES.	34
PLAN DE MONITOREO Y CONTROL.	37
PLAN DE GESTION PAISAJISTICA.	39
PLAN DE GESTIÓN COMUNIARIA.	42
PLAN DE TRABAJO.	54
PLAN DE RUTAS.	55
PLAN DE MANEJO DE SITIOS DE BOTADEROS.	84
PLAN DE EXPROPIACIONES.	86
PLAN DE ARBORIZACIÓN.	92
PLAN DE MANEJO DE PLANTAS DE ASFALTO Y CONCRETO.	100
<u>14.2. PLANES EN ETAPA OPERATIVA:</u>	
PLAN DE TRABAJO Y MANTENIMIENTO.	108
PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL, MONITOREO, EN OPERACIÓN.	110
PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES.	112
PLAN DE SEGURIDAD CIUDADANA.	116
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS.	118.
GUIA DE PLAN DE CONTINGENCIAS. SEGURIDAD OCUPACIONAL.	123

Anexos Tomo II.

Plan de trabajo.
Figuras elementos de señalización.
Plan Preliminar de Desvíos.
Plan de mantenimiento y operación.

GEOAMBIENTE S.A.

14.1. PLANES (ETAPA CONSTRUCTIVA).

A. PLAN DE CONTINGENCIA Y SEGURIDAD, CONTROL DE ACCIDENTES.

Plan de Evacuación y de emergencia.

Conforme con las manifestaciones técnicas del sistema integrado de manejo de desastres, éste se analiza con el objeto de conocer la potencialidad de que aquellos ocurran y para dar respuesta a las emergencias.

En todo Plan de evacuación y de Emergencias el primer paso es detectar la fuente generadora de alguna/s de ellas, su magnitud probable, y establecer la metodología para la preparación, alerta y acciones de respuesta.

En el caso que nos ocupa, el Plan de evacuación y de emergencias se refiere a un proyecto de apertura y construcción de un tramo nuevo, continuación de la radial Santa Ana, desde San Antonio de Belén a Río Segundo de Alajuela.

Ámbito de cobertura. El plan abarcará:

El área del Proyecto y las vías de acceso al mismo.

La población máxima a esperar en el proyecto durante una emergencia, se estima en 300 personas empleadas, laborando en distintos lugares según el trabajo que realicen: Oficinas, sitios de obras, taller, etc. Los Campamentos incluyen bodegas, taller, oficina, parqueos, accesos.

□ Tipos posibles de emergencias:

- a. Sismos.
- b. Incendios.
- c. Lesiones.

□ Localización de focos o fuentes generadoras de situaciones de emergencia.

- a. Edificaciones, campamento.
- b. Accesos.
- c. Sitios de obras.
- d. Botaderos.
- e. Plantas de asfalto.

GEOAMBIENTE S.A.

- **Acciones Previas:** La más importante en el proceso de atención de emergencias es la actividad de capacitación. La empresa Concesionaria (y sus contratistas en etapa de construcción, y posteriormente en etapa operativa) tendrán personal entrenado en la prevención y atención de eventos naturales, de incendios y de lesiones, entre ellos un Profesional en Seguridad e Higiene del Trabajo a tiempo completo, y este personal contará con el equipo necesario para llevar a cabo las acciones que requieran. Otra acción, que se realizará previamente y con la participación del personal entrenado, será la ubicación de un sitio seguro dentro del área del proyecto que se trate, de fácil y pronto acceso a fin de que el mismo sea el destino del plan de evacuación. Esta acción se repetirá conforme avancen las obras y se traslade el sitio de los trabajos.
- **Otras Acciones previas:** La empresa se pondrán en contacto con personeros del Cuerpo de Bomberos a fin de solicitarles que revisen las instalaciones provisionales como campamentos, bodegas, oficinas, plantas, y recomienden acciones, y en la medida de las posibilidades, que capaciten al personal para prevenir y atender emergencias de este tipo. También conocerá adonde opera un Comité de emergencias, y cuales son las personas que pertenecen al mismo, para el caso de evento mayor que involucre una zona mayor al AID. Se estudiarán periódicamente las instalaciones en general, especialmente bodegas de sustancias peligrosas.
- **Medidas a considerar:** El Campamento o campamentos, plantas y sitios de obras contarán con rotulación que dirija a los obreros a las salidas o hacia el área segura, según corresponda; estas áreas serán provisionales en sitios de obras, toda vez que avanzarán éstos conforme se vayan realizando las obras en las distintas secciones; ésta rotulación estará convenientemente colocada para la mayor visibilidad. Las puertas de bodegas e instalaciones conexas al proyecto serán anchas y contarán con barra para apertura rápida. Habrá rampas para minusválidos en todas las salidas de las obras conexas como Centros de Control, y los pisos serán de material antiderrapante. Las escaleras contarán con pasamanos. Habrá orden, de modo que no existan obstáculos en áreas de tránsito de personas.

GEOAMBIENTE S.A.

- ❑ Habrá extintores en Bodegas y edificaciones, que serán revisados periódicamente, colocados en sitio señalizado, libre de obstrucciones.
- ❑ En el tramo y conforme se avance por el trazado del mismo, los sitios de obras estarán señalizados a una distancia conveniente, de 200 metros, 100 y 50 metros, antes del sitio en dirección al tránsito ya sea peatonal, o de otro tipo, y cuando sea necesario, de rutas alternas, y después del sitio. En el lugar de las obras (sitios de trabajo) igualmente se colocarán conos y avisos, siendo éstos luminosos de noche, y habrá personal que dirija el tránsito (control de tránsito) a fin de que se dirija a rutas alternas o disminuya la velocidad y tome el carril correspondiente. Este personal estará debidamente preparado y tendrá implementos de seguridad (chalecos con franjas de pintura fosforescente, y radio de comunicación).
- ❑ La maquinaria que se encuentre laborando estará dentro del área de trabajo y solamente se estacionará en el espaldón, y contará con señalización igualmente.
- ❑ La maquinaria recibirá mantenimiento total, con informes de control, cada 3 meses para evitar accidentes y lesiones por mal funcionamiento. Placa y marchamo estará al día, y las llantas del equipo móvil serán adecuadas y en buen estado. Para trabajos de noche, el equipo o maquinaria deberá contar con los permisos respectivos. El aparcamiento de maquinaria se hará en sitios donde no genere riesgo para personas que transiten cerca ni sean obstáculo para el tránsito, y estarán señalizados.
- ❑ Se contará con equipo de emergencias médicas, ya sea ambulancia y personal médico en las cercanías del sitio de obras, o con equipo de comunicación para solicitar ayuda al centro médico más cercano; esto dependerá de la lejanía del sitio de obras al centro médico. Se contará con un botiquín para lesiones leves.
- ❑ Durante horas de la noche o durante eventos pluviales, se usarán señales iluminadas.
- ❑ Se instruirá a los trabajadores que no deben realizar quemas de materiales o basuras; se prohibirá fumar en lugares de riesgo o en sitios de obras.
- ❑ El personal conocerá el equipo protector y su uso, y deberá utilizarlo conforme corresponda y según las labores que realice.

GEOAMBIENTE S.A.

Plan de Emergencias.

Fase 1. Antes de una emergencia: Las acciones van dirigidas a prevenir o mitigar las posibles emergencias. Por ello, para el caso de:

- Sismos. Los temblores de tierra no son evitables, ni siquiera previsibles. Sabemos que ocurrirán, pero ignoramos dónde, cuando y con qué magnitud. Las acciones de prevención y preparación se dirigen a la utilización de materiales y estructuras adecuadas (conforme al Código Sísmico y los conocimientos y experiencia del personal profesional), a establecer salidas de emergencia en campamentos y edificaciones, colocar avisos luminosos y pasamanos en las escaleras en los Centros de Control de Operaciones (CCOs). Contar con personal entrenado para atender a las demás personas e indicarles las salidas o sitios seguros.
- Incendios. Son evitables pero no predecibles. Para evitar su generación, las acciones preventivas se dirigen a contar con materiales de construcción retardadores de fuego en edificaciones permanentes, instalaciones eléctricas de primer orden, y mantener control y vigilancia en el sitio, así como impartir instrucción a los empleados en la materia. Contar con bodegas adecuadas especialmente para las sustancias inflamables. En sitios vulnerables se colocarán rótulos de NO FUMAR y se instruirá a los trabajadores sobre esta prohibición.
- El personal recibirá instrucciones sobre uso de implementos de seguridad, de las cabañas sanitarias, las prohibiciones de realizar quemas, de fumar en sitios de riesgo, respeto a las señales de tránsito, y sobre protección del ambiente, bajo pena de sanción laboral.
- Lesiones. Éstas ocurren por caídas, accidentes de tránsito, quemaduras o cortaduras, así como por el manejo inadecuado de sustancias tóxicas. Las primeras (caídas) tratarán de evitarse con pisos antiderrapantes en edificaciones permanentes, escaleras con pasamanos e iluminación adecuada; no se dejarán objetos en sitios de tránsito de personas que puedan ser causantes de tropezones. Los accidentes de tránsito ocurren en accesos, vías y parqueos, y para prevenirlos se colocarán señales en piso que indiquen claramente la dirección de rodamiento y la velocidad prudente, señales de alto a la salida de Campamentos o botaderos a la calle pública y rampas de acceso amplias y de buena

GEOAMBIENTE S.A.

visibilidad. Se atenderá lo indicado para señalización en los lugares de obras. En cuanto a quemaduras o cortadas, pueden ocurrir en cualquier lugar, pero son más frecuentes en la cocina, de donde se procurará tener personal entrenado que realice las labores propias de la actividad. El manejo inadecuado de sustancias tóxicas deberá ser evitado instruyendo al personal sobre su uso y almacenamiento, así como la disposición de desechos de dichos materiales; el fabricante de los mismos deberá proveer la información completa sobre manejo, almacenamiento, disposición y acciones en caso de ingesta o derrame. El personal que maneje esas sustancias, conocerá todo lo pertinente. El uso y acceso deberá ser restringido a ese personal.

Fase 2. Durante la emergencia: Es el momento donde se ejecutan las actividades de respuesta, que incluyen evacuación, asistencia, rescate.

- a. Sismos. El personal entrenado ayudará a las demás personas a mantener la calma, mantenerse lejos de ventanales o bodegas donde puedan caer objetos, a evacuar en orden las edificaciones hacia los sitios adecuados previamente indicados (Zonas seguras). El personal de vigilancia contará con linternas y cascos, guardados en sitios de fácil y pronto acceso.
Incendios. El personal, debidamente entrenado, dará aviso a las autoridades y personal de bomberos, ayudará a las personas a evacuar las edificaciones en caso necesario, y en la medida de lo posible, sin riesgo para su propia integridad física, coadyuvará a extinguir el fuego.
- b. Lesiones. Ante este caso, se llamará a personal entrenado en primeros auxilios (Paramédicos) que la Constructora mantendrá como parte de este plan y el plan de seguridad laboral, y se contará con al menos un botiquín completo en el Campamento y en sitios de obras, bajo responsabilidad de alguna persona encargada. Si las lesiones son de alguna gravedad, los Paramédicos deberán evaluar aquellas, y darán aviso de inmediato al personal médico de las instituciones en los centros de población más cercanos y se trasladará al/la lesionado/a al centro de atención médica más cercano.

GEOAMBIENTE S.A.

Fase 3. Después de la emergencia. Se desarrollarán las actividades de recuperación.

- ✓ El primer paso es confirmar que el área esta segura, y para ello, ante un evento de gran magnitud, se contará con la experiencia y conocimiento del personal de Bomberos o Ingeniero Estructural.
- a. Sismos. Se refiere a rescate de personas en caso que hubiera alguna en peligro, a la atención de heridos si los hubiere, y a la reconstrucción de sitios afectados. En el caso presente, es de esperar que las edificaciones soporten sismos de magnitudes altas, de donde no se prevén labores de reconstrucción de las instalaciones. El personal entrenado atenderá las lesiones menores que las personas pudieran presentar, y procurarán el traslado de lesionados más graves, si los hubiera, a los centros de atención médica. Además, el personal de la empresa Concesionaria (y sus contratistas) se pondrá en contacto con las autoridades de los centros de emergencias más cercanos.
- b. Incendios: Las labores de recuperación o reconstrucción darán inicio una vez finalizadas las acciones de atención a personas, y serán aquellas que los efectos de la conflagración demanden.

▪ **Atención de emergencias.**

Etapa 1. A: Análisis de amenazas.

▪ **Amenaza Natural:**

El sitio en que se localiza AP y en general, el Valle Central de nuestro país, es una zona de riesgo sísmico (VII Mercalli), y de riesgo de caída de cenizas ante actividad volcánica del Irazú o el Poás.¹

No hay otro tipo de amenaza natural aparente para las instalaciones y personas, habiéndose desechado el riesgo de inundación, deslizamiento y licuefacción. Si debe considerarse la caída de terraplenes, por lo que estos serán asegurados antes de trabajar los operarios bajo ellos.

▪ **Otros riesgos:**

¹ Morales, Luis Diego et all; Mora Sergio, Paniagua Sergio.

GEOAMBIENTE S.A.

Otros riesgos posibles: Incendio, accidentes laborales o de tránsito.

B: Ubicación de centros o personal de respuesta.

AP y AII se ubican a aproximadamente 1 y 17 Km del centro de atención médica Hospital México y del centro de la ciudad de San José, o Heredia, y Alajuela, sitios donde se encuentran cuerpos de respuesta o atención de emergencias como bomberos, Cruz Roja, y Comisión Cantonal de Emergencias. El plazo o tiempo de respuesta se estimó en 5 a 10 minutos dependiendo del lugar de la emergencia a lo largo del tramo de la carretera a construir, San Antonio a Río Segundo. El personal médico o paramédico que mantendrá la empresa cerca de sitios de obras tendrá un tiempo de respuesta de 3 minutos como máximo.

C: Condiciones de las edificaciones.

▪ Estructurales:

Las edificaciones en el campamento permanente serán adecuadas; los campamentos provisionales serán de materiales removibles para facilitar su traslado.

En sitios de obras en carretera, no habrá edificaciones.

▪ No estructurales:

- ✓ Elementos de construcción que puedan afectarse durante un evento: Vidrios.
- ✓ Estado de instalaciones eléctricas, gas, tubería y otros: Primer orden.
- ✓ Espacios: No hay problemas de hacinamiento, la luz y ventilación son adecuadas; los pasillos se encuentran libres de obstáculos.

D: Capacitación del personal.

El personal será capacitado, y se realizarán cursos de refrescamiento y simulacros a fin de mantener al día la capacitación. El Coordinador del Comité de Emergencias es el encargado de velar por este aspecto, conjuntamente con el Gerente o Director de Proyecto de la Concesionaria.

Habrá personal capacitado en:

- Primeros auxilios.
- Uso de equipo biomecánico y recuperación.
- Uso de equipo extintor.
- Mantenimiento (instalaciones, eléctrico, etc.).

GEOAMBIENTE S.A.

Etapa II.

Organización Administrativa.

- El Comité de Emergencias que se nombrará será el responsable de coordinar la ejecución de las actividades que se realizan antes, durante y después de una emergencia o desastre.

Está compuesto de la siguiente manera:

Lo conforman los coordinadores de las diferentes áreas según los planes de respuesta, más un Coordinador General y el Gerente de la Concesionaria.

- Planes de respuesta rápida en área de seguridad:
 - o de Prevención y Combate de Incendios.
 - o de Primeros Auxilios.
 - o de seguridad.
 - o Evacuación y Rescate.
 - o de Evaluación y Rehabilitación:

Etapa III.

Plan de evacuación y rescate.

Conforme con las manifestaciones técnicas del sistema integrado de manejo de desastres, éste se analiza con el objeto de conocer la potencialidad de que aquellos ocurran y para dar respuesta a las emergencias.

En todo Plan de evacuación y de Emergencias el primer paso es detectar la fuente generadora de alguna/s de ellas, su magnitud probable, y establecer la metodología para la preparación, alerta y acciones de respuesta.

En el caso que nos ocupa, el Plan de evacuación y de emergencias se refiere a Campamentos localizados de manera temporal conforme avancen las obras del proyecto de mallas, y atendiendo el Plan de Campamentos que se lee de este Tomo II, y las áreas de laboreo o sitios de obras en las obras del proyecto, sitios de botaderos y plantas de asfalto.

□ **Ámbito de cobertura.** El plan abarcará:
El área de Campamento y las vías de acceso al mismo, así como los sitios de trabajo en obras de la carretera, botaderos y plantas de asfalto.

GEOAMBIENTE S.A.

La población máxima a esperar en estos lugares durante una emergencia, se estima en 300 personas repartidas en los sitios dichos.

- Tipos posibles de emergencias:
 - a. Sismos.
 - b. Incendios.
 - c. Lesiones.

- Localización de focos o fuentes generadoras de situaciones de emergencia.
 - f. Edificaciones.
 - g. Accesos, vías internas.
 - h. Sitios de obras.
 - i. Sitios de botaderos.
 - j. Sitios de plantas.

- Acciones Previas: Las más importantes acciones en el proceso de atención de emergencias son:
 - ✚ Identificación de áreas de peligro potencial, y la actividad de capacitación. Como primer paso, la Gerencia de la Concesionaria con la coadyuvancia del encargado de Seguridad e Higiene del Trabajo, revisará las instalaciones, tanto dentro como fuera de las edificaciones de Campamentos, a fin de identificar los focos de riesgo; para ello podrá solicitar la asesoría de personal del INS y del Cuerpo de Bomberos, o Consultores privados.
 - ✚ Como segunda actividad, la(s) empresa(s) subcontratada por la Concesionaria tendrán personal entrenado en la atención de eventos naturales, de incendios y de lesiones, y este personal contará con el equipo necesario para llevar a cabo las acciones que requieran.
 - ✚ Otra acción, que se realizará previamente y con la participación del personal entrenado, será la ubicación de un sitio seguro dentro del área del proyecto en campamentos, sitios de obras y botaderos, de fácil y pronto acceso a fin de que el mismo sea el destino del plan de evacuación.

- Estos sitios serán re - localizados conforme cambien los sitios de obras según avance del proyecto.

- Otras acciones previas: La empresa o el encargado del plan se pondrá en contacto con personeros del Cuerpo de

GEOAMBIENTE S.A.

Bomberos a fin de solicitarles que revisen las instalaciones y recomienden acciones, y en la medida de las posibilidades, que capaciten al personal para prevenir y atender emergencias de este tipo. También conocerán adonde opera un Comité de emergencias, y cuales son las personas que pertenecen al mismo, para el caso de evento mayor que involucre una zona mayor al Área de influencia directa de la actividad.

Acciones previas.

Responsable	Acciones
Concesionaria y persona encargada de la Seguridad e Higiene del Trabajo Empresa.	Revisión de instalaciones, provisionales o permanentes, para identificar focos de riesgo.
Empresa	Contratación de personal capacitado para atención de emergencias de salud, accidentes.
Empresa	Dotación de facilidades físicas y de equipo para atención de la seguridad personal.
Concesionaria y persona encargada de la Seguridad e Higiene del Trabajo	Ubicación de sitios seguros, en sitios de obras según avancen, botaderos, campamentos, taller, plantas. Rotulación.
Concesionaria y persona encargada de la Seguridad e Higiene del Trabajo	Contacto con Cuerpo de Bomberos, INS, Comité de emergencia cantonal.
Concesionaria y persona encargada de la Seguridad e Higiene del Trabajo	Capacitación de personal en seguridad, manejo de extintores, uso de equipo, prohibiciones, etc.

- Ubicación de zonas de seguridad: Se ubicarán y señalizarán zonas de seguridad, rutas de salida o de acceso cuando lo permitan las condiciones del sitio, no siendo posible en área de obras contar con este tipo de señalización. La señalización en instalaciones permanentes, y en los provisionales en lo conducente, se hará mediante rótulos de color amarillo con letras negras, tanto en las edificaciones como pasillos externos y las áreas consideradas seguras. En los CCO habrá al menos 2 áreas seguras externas para casos de incendio o sismo. Los rótulos contendrán la siguiente

GEOAMBIENTE S.A.

información: Capacidad de la zona (número de personas de pie), rutas de salida o hacia otras zonas seguras.

- o **Zona de Seguridad 1:**.(sitio).Capacidad de pie: Más de # personas.

Usarán esta área o zona segura las personas que se encuentren en:

Distancias Máximas de edificios o áreas que utilizarán esta zona: # metros.

- o **Zona de seguridad 2:**(Sitio). Capacidad de pie: Más de # de personas.

Usarán esta área o zona segura, las personas que se encuentren en:

Distancias máximas:# metros.

- Medidas a considerar: El Campamento y sitios de Botaderos contarán con rotulación que dirija a los trabajadores a las salidas o lugares seguros; ésta estará convenientemente colocada para la mayor visibilidad y de noche, estará iluminada. Las puertas de ingreso/salida serán anchas. Las escaleras contarán con pasamanos. En sitios de obras se instruirá puntualmente al personal sobre los sitios seguros y las medidas a adoptar en caso de sismo u otro evento.
- Las áreas peligrosas que se detecten serán señaladas. **El Encargado del plan** se ocupará de determinar las mejoras necesarias para minimizar los riesgos por incendio, y determinará los sitios y tipo de equipo de combate de incendio que requieren las instalaciones.
- Será la persona encargada de identificar y señalar sitios seguros o áreas peligrosas, valorar la ubicación, estado y capacidad de puertas, escaleras, pasillos, salidas regulares y de emergencia.
- Se utilizará una señal sonora como señal de alerta y esta activará el plan de evacuación.
- La Empresa contará con un diseño en croquis o plano de la infraestructura donde conste la información sobre sitios seguros e inseguros en los CCOs, que será expuesto dentro de las edificaciones. En lo posible, se incluirá ubicación de hidrantes, fuentes de agua y extintores. **El Encargado de seguridad** velará para que

GEOAMBIENTE S.A.

este croquis se mantenga actualizado y sea conocido por todos los empleados.

- **Acciones Preventivas:** Antes de una emergencia: Las acciones van dirigidas a prevenir o mitigar las posibles emergencias.
- **Durante la emergencia:** Es el momento donde se ejecutan las actividades de respuesta, que incluyen evacuación, asistencia, rescate.

Etapa IV.

Evaluación del Plan de emergencias.

Todo plan debe ser evaluado a fin de comprobar sus debilidades y corregir éstas una vez detectadas; los planes de emergencia requieren para su evaluación, de la ejecución de los tipos de evaluación apropiados. En el caso, se establecen dos:

- A. Estudio de sitio y condiciones físicas de las instalaciones.
- B. Simulacros.

Para lo anterior:

- A. Estudio de sitio y condiciones físicas de las instalaciones.

Corresponde al Encargado del Plan de Seguridad ponderar la adecuancia de las medidas con respecto a las condiciones de las instalaciones físicas y alrededores, así como de equipos o sistemas. Para ello, se contará con listas de aspectos a monitorear, y el personal encargado de otros planes se reunirá con el anterior, al menos cada seis meses para llevar a cabo la labor de estudio de sitio y condiciones del entorno.

Una vez realizada la inspección o inspecciones, por escrito, el encargado hará saber a la Gerencia de lo analizado, con copia para el Comité de Seguridad Laboral, con recomendaciones para las correcciones necesarias.

- B. Simulacros.

Corresponde al Comité de Seguridad Laboral conjuntamente con el encargado del Plan de Seguridad, planear y ejecutar simulacros de sismo, incendio y de accidente, con una frecuencia de al menos cada seis meses.

GEOAMBIENTE S.A.

El resultado de la evaluación del o de los simulacro/s se hará saber a la Gerencia y al Comité, por escrito, con recomendaciones para las correcciones necesarias.

Monitoreo, frecuencia.

Una vez al año el Comité conjuntamente con la Gerencia fijará un calendario de trabajo donde se anoten las fechas de inspecciones, simulacros, y reuniones para llevar a cabo las mejoras o reparaciones necesarias.

- Otros planes de Respuesta rápida:

Plan de Rehabilitación.

Después de la emergencia. Se desarrollarán las actividades de recuperación o rehabilitación, siendo responsabilidad de la Brigada de Evaluación y Rehabilitación que se nombrará, llevar a cabo las labores correspondientes:

- ✓ El primer paso antes de iniciar labores de rehabilitación, es confirmar que el área esta segura, y para ello, ante un evento de gran magnitud, se contará con la experiencia y conocimiento del personal de Bomberos o Ingeniero Estructural.
- ✓ El personal de la Brigada contará con equipo protector, como cascos, guantes, protectores de ojos, y realizará la evaluación de instalaciones y/o equipo y sistemas solamente cuando esté segura el área afectada por el evento.

GEOAMBIENTE S.A.

B. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS.

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA
RESIDUOS SÓLIDOS**

Normativa aplicable:

FECHA	DECRETO
07 julio 1989	#9049 Reglamento sobre el Manejo de Basuras.
22 octubre 1993	22595-S Reglamento sobre Rellenos Sanitarios
27 mayo 1998	27001 Reglamento para el Manejo de Desechos Peligrosos Industriales
29 Junio 1998	27000 Reglamento sobre las Características y el Listado de los Desechos Peligrosos Industriales

□ SOBRE LA FUENTE GENERADORA

Las posibles fuentes generadoras de desechos sólidos en la etapa constructiva serán los sitios de laboreo, campamentos y oficinas.

Los tipos de desechos sólidos generados serán de cuatro tipos:

- a. Ordinarios. Consistirán en basuras de tipo ordinarios como cáscaras de frutas o verduras, papeles, envases, sobrantes de comidas, latas y similares.
- b. Tierra sobrante.
- c. Desechos especiales, que podrán ser peligrosos.
- d. Sobrantes de la construcción.

Ubicación de las fuentes:

Se considerará "fuente móvil" de desechos sólidos (ordinarios, tierra removida y sobrantes) al área de obras, donde se concentrará el personal para la realización del tramo de carretera, los campamentos provisionales, que avanzará conforme aquellas lo hagan.

GEOAMBIENTE S.A.

Otro foco de generación de desechos será el área de campamentos, en comedor, oficina, planta, bodega, taller, etc., en donde se generarán desechos sólidos y especiales.

En etapa de operación, la generación de desechos será en instalaciones conexas y en áreas de trabajos de mantenimiento, así como oficina, Centros de Control y de Pesaje y campamento permanente. Serán del tipo ordinario y especial.

□ PROCESO GENERADOR:

La actividad generadora de desechos sólidos será la de construcción y operación de un tramo nuevo de carretera, a construir entre San Antonio de Belén (Heredia) y Río Segundo, de Alajuela.

En etapa de construcción, el proyecto deberá realizar movimientos de tierra para la apertura de la ruta; ello conllevará el retiro de vegetación y de tierra, desechos que deberán ser reutilizados (tierra), o colocados en área de botaderos (tierra, vegetación). La actividad de construcción de la carretera generará desechos especiales y ordinarios, como se indicó anteriormente.

Desechos:

Tipo	Fuente	Volumen estimado/ frecuencia	Peligrosidad Para la salud humana o para el medio.
Sólidos Ordinarios	Campamentos, áreas de obras.	4 m ³ / semana	Nula.
Sólidos Especiales: Sobrantes de tierra. Material de desmonte. Sobrantes, empaques o contenedores vacíos.	Cortes. Cortes, áreas a despejar para obras. Campamentos, bodega. Planta de asfalto.	Sin estimar	Nula Moderada a alta.
Líquidos: Aguas negras y servidas.	Campamentos	1000 lts/ día.	Nula a moderada
Líquidos: Aceites usados	Taller	Sin estimar	Moderada

GEOAMBIENTE S.A.

- Horario de trabajo en áreas involucradas en la generación de residuos:

El horario de trabajo será diurno, desde las 7 a.m. a 5 pm., posiblemente de lunes a sábado; en algunos tramos puede que resulte necesario laborar día domingo, o en horas de la noche, para evitar aglomeraciones de tránsito en días laborales.

- Manejo Interno de residuos: Adonde serán generados, almacenamiento, recolección, transporte, disposición final.

Desecho	Sitio generación	Almacenamiento temporal	Recolección	Transporte	Disposición
Sólidos ordinarios	Campamentos, sitios de obras	Contenedores tapados en áreas acondicionadas.	Interna: Encargados de limpieza. Externa: Empresa contratada.	En unidades de la empresa privada contratada	Rellenos sanitarios aprobados
Sobrantes de tierras y material de desmonte	Cortes, adecuación de áreas	Temporal: área cercana al sitio de corte o limpieza	Empresa Contratada	Empresa contratada	Botaderos, rellenos sanitarios, otros adecuados.
Sobrantes de construcción.	Sitios de obras	Apilamiento en área cercana a sitios de obras	Empresa contratada	Empresa contratada	Rellenos, botaderos.
Reciclables. Incluye aceites	Campamentos	Separados, en contenedores tapados	Empresa recicladora	Empresa recicladora	Reutilización
Peligrosos	Talleres, plantas, bodegas, obras	Según indique fabricante	Empresa contratada	Empresa contratada	Según indique el fabricante
Líquidos - Aguas negras	Campamento, Instalación provisional	Servicios transportables	Empresa contratada	Empresa contratada	Sitios autorizados

GEOAMBIENTE S.A.

- Recursos que serán designados al manejo interno de los residuos.

Tipo de desecho	Personal ¹	Recipientes (Características)	Horario	Equipo seguridad	Frecuencia
Ordinarios sólidos	3	4, tapados, de al menos 1 m ³ de capacidad cada uno	De trabajo	Tapabocas, guantes, faja	Diaria
Reciclables	3	4, de distinto color c/ u para cada tipo de desecho, tapados.	De trabajo	Tapaboca, guantes, faja	Diaria
Sobrantes de construcción ²	2	No recipientes, salvo la sección de carga del vehículo transportador.	Diurno	Guantes, botas, faja	Según necesidad.
Sobrantes de tierra y material de desmonte. ²	2	Contenedores grandes de metal	Diurno	Guantes, botas, faja	Según necesidad
Peligrosos	2	Según indique el fabricante en cada caso.	Diurno	Guantes, tapabocas, protectores de ojos, mascarillas según requerido	Según necesidad

¹. El personal será el mismo en algunos casos.

². El personal será el encargado de contratar y velar por el retiro de los materiales.

- Tipos de residuos y sistema de recolección externa.

Tipo	Recolección externa.
Ordinarios sólidos	Empresa privada contratada.
Reciclables	Empresa recicladora.
Sobrantes, residuos	Empresa contratada para el transporte hacia botaderos rellenos.
Peligrosos	Empresa contratada, privada.

GEOAMBIENTE S.A.

- Rutas de recolección y transporte más frecuentes. Tipo de vehículos, horarios, frecuencia, seguridad.

Desecho	Ruta	Tipo vehículo	Horario	Frecuencia	Seguridad
Sólido	Radial Aut. Próspero Fernández Ruta 111 Ruta 129	Especial de recolección	Diurno	2, 3 veces /semana	Uso de equipo protección, aviso de parada, señales.
Especial	Radial. Ruta 129	Vagonetas u otro	Diurno	Según se requiera	Equipo protección, señalización de parada.

- Residuos reciclables.

Residuos	Fuente	Posible reutilización
Papel, cartón	Oficina, bodega.	Si. Industria del papel.
Material plástico	Oficina, Bodega, Campamento.	Si. Fabricación de artículos de plástico.
Aceites	Taller	Si. Industria del cemento, o reciclaje de aceites.
Hierros	Taller, campamento, sitios de obras	Si. Fundición.

- Actividades para el manejo Ambiental de desechos sólidos en etapa constructiva y etapa operativa:

Actividad	Meta	Responsable	Fuente
Instrucción.	Que los empleados conozcan el Plan de manejo, uso de equipo protector.	Concesionaria Encargado designado.	Campamentos, áreas de obras.
Recolección interna, almacenamiento temporal	Recolección frecuente y eficiente	Concesionaria Encargados del aseo. Empresa contratada.	Campamento, sitios de obras.
Recolección externa.	Retiro frecuente y eficiente, disposición en sitios aprobados.	Concesionaria. Empresa contratada.	Campamento, sitios de obras,
Control ambiental	Monitoreo eficiencia en disposición de desechos.	Concesionaria. RAP.	Campamento, sitios de obras, otros.

GEOAMBIENTE S.A.

▪ Ejecución del plan:

El Plan de manejo de residuos o desechos sólidos será de aplicación inmediata en etapa Constructiva, y será igualmente aplicado en lo conducente, durante la etapa Operativa. Una vez establecidos *in situ* los sistemas de almacenamiento, recolección, transporte y disposición, se presentará en forma separada al Ministerio de Salud, para su aprobación, con los demás requisitos de ese Ministerio (documentación, permisos, etc.).

▪ Costo de ejecución del plan:

Se estima el costo de ejecución del plan de manejo de desechos sólidos en la suma de 3.000.000 de colones por semestre durante esta etapa.

GEOAMBIENTE S.A.

Líquidos:

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA
RESIDUOS LIQUIDOS.**

- Sobre la fuente generadora:

1.1. Ubicación. La fuente generadora de desechos líquidos estará localizada en áreas de campamentos, permanente y provisionales. El primero será oficinas de la Concesionaria. Los segundos serán campamentos no permanentes cercanos a las áreas de trabajo, conforme avancen las obras a lo largo del tramo de la Radial.

- Proceso o actividad que genera los desechos:

1.2. La actividad que generará los desechos líquidos es la presencia humana en trabajos de ampliación, construcción y mejora de carreteras, puentes, bahías para autobuses, drenajes, etc. y la operación de dichas carreteras y su mantenimiento.

- Tipo y volumen esperado de desechos líquidos.

Tipo de desecho	Volumen estimado / día	Peligrosidad
Aguas negras y servidas.	1000 lts.	No son tóxicas. Pueden generar vectores y enfermedades.
Aceites usados	Sin estimar	Moderada, contamina suelos y aguas (hidrocarburos)
Sobrantes líquidos de materiales.	Sin estimar	Moderada a severa, según clasificación del fabricante en cada caso.

- Horario de trabajo en áreas involucradas en la generación de desechos líquidos:

Se laborará en horas del día, de 7 am a 5 pm, de lunes a sábado. Es posible que se deba laborar los fines de semana o durante horas de la noche.

GEOAMBIENTE S.A.

▪ Manejo de desechos líquidos:

Desecho líquido	Manejo interno	Fuente
Aguas negras.	Instalaciones sanitarias.	Campamento, servicios administrados en sitios de obras.
Aguas servidas (jabonosas)	Instalaciones sanitarias	Campamento, oficina.
Aceites quemados Hidrocarburos.	Recolección y almacenamiento temporal.	Taller. Planta.

▪ Recursos que serán designados al manejo interno de los residuos líquidos.

# Personal	Recipientes (Características)	Horario	Equipo seguridad	Frecuencia
2 para el manejo de los aceites usados y otros hidrocarburos.	Contenedores tapados	Diurno	Guantes, fajas, tapa bocas.	Según se requiera.
1 por área para limpieza, aseo (aguas jabonosas)	Instalaciones sanitarias	Diurno	Tapa bocas, guantes.	Diaria.

▪ Tipos de residuos y sistema de recolección externa.

Tipo	Recolección externa.
Aceites quemados.	Empresa privada de reciclaje o re - uso.
Aguas negras de los servicios administrados.	Empresa especializada en alquiler y mantenimiento, administración de los servicios.

▪ Rutas de recolección y transporte más frecuentes. Tipo de vehículos, horarios, frecuencia, seguridad.

Ruta	Tipo vehículo	Horario	Frecuencia	Seguridad
111	Carga o especial para aguas negras.	Diurno	Según se requiera / tres veces por semana	Corresponde a la empresa recicladora o subcontratada, privada.
129	Carga o especial para aguas negras	Diurno	Según se requiera / tres veces por semana	Corresponde a la empresa recicladora o subcontratada, privada.
147	Carga o especial para aguas negras.	Diurno	Según se requiera / tres veces por semana	Igual anterior

GEOAMBIENTE S.A.

- Residuos líquidos reciclables.

Residuos	Fuente	Posible reutilización
Aceites usados	Taller	Reciclaje, o como combustible en industria del cemento.

- Actividades para el manejo Ambiental de desechos líquidos:

Actividad	Meta	Responsable	Fuente
Disposición de aguas negras y jabonosas.	La adecuada disposición de las aguas a fin de evitar enfermedades en humanos y la contaminación de suelos, aguas.	Concesionaria.	Campamento. Sitios de obras.
Disposición de aceites usados	La adecuada disposición de los aceites, mediante programas de reciclaje o reutilización.	Concesionaria, Empresas recicladoras o que utilizarán los residuos.	Taller.

- Ejecución del plan:

El Plan de manejo de residuos o desechos líquidos será de aplicación inmediata en etapa Constructiva, y será igualmente aplicado en lo conducente, durante la etapa Operativa. Una vez establecidos *in situ* los sistemas de almacenamiento, recolección, transporte y disposición, se presentará en forma separada al Ministerio de Salud, para su aprobación, con los demás requisitos de ese Ministerio (documentación, permisos, etc.)

GEOAMBIENTE S.A.

C. PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.

▪ Introducción:

La seguridad es un proceso, y para alcanzar un proceso de administración de la seguridad de alto desempeño, una empresa debe integrar aquella en cada actividad.

Cinco son los pasos para la administración de la seguridad:

- ✓ Decidir qué debe hacerse. Las políticas y estándares determinan lo que la organización administrará. Incluye el establecimiento de metas de desempeño, e identificar fallas potenciales o riesgos.
- ✓ Capacitación. Enseñar a la gente cómo hacerlo. No solamente debe capacitarse en la tarea específica, sino habilidades para la administración de la seguridad, evitar malas prácticas que aumentan los riesgos.
- ✓ Revisiones. Monitoreo, control: Verificar qué se está haciendo. Los procedimientos de seguridad, las medidas implementadas, el equipo e instalaciones utilizadas, deben revisarse para garantizar la efectividad de los programas o planes de salud ocupacional.
- ✓ Comunicación. Recordar que hay que hacerlo. Todos los participantes deben enterarse de cambios eventuales con rapidez y precisión, y poder recomendar dichos cambios si los consideran necesarios para un mejor plan de salud ocupacional.
- ✓ Recursos. Los recursos para la implementación del plan deben preverse en los Planes y Presupuestos Operativos anuales. La empresa contratará a un Profesional en Seguridad e Higiene del Trabajo como encargado de este plan.

▪ Objetivos:

Un plan de salud ocupacional tiene como objetivo anticipar la ocurrencia de lesiones o muerte de los trabajadores en el lugar de trabajo.

Debe evaluar en primera instancia la existencia de riesgo, identificar la naturaleza del peligro y la posibilidad de su ocurrencia.

GEOAMBIENTE S.A.

Las ventajas de la evaluación de riesgos:
Identificar sitios o fuentes.
Identificar medidas preventivas.
Establecer acciones de respuesta.

▪ Legislación relacionada:

Ley General de Salud.
Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo.
Ley 6727 Riesgos del Trabajo.
Reglamento de Construcciones.

▪ El medio:

Con el fin de identificar sitios de trabajo o fuentes de riesgo, se describe el medio o instalaciones en que se realizará la actividad del proyecto:

1. Oficinas.
2. Taller.
3. Bodega.
4. Sitios de obras.
5. Áreas de estacionamiento y apilamiento.
6. Accesos.
7. Sitio de obras.
8. Botaderos.
9. Plantas.

El Campamento, que incluye oficinas (1), taller (2), bodega (3), estacionamiento de equipo y maquinaria, áreas de apilamiento (4), accesos (5), contará con:

Servicios sanitarios transportables (1 X cada 10 trabajadores, y por sexo)); lavatorios, uno de ellos con sistema para lavado de ojos.

Sistema de aguas jabonosas (tanque séptico).

Sistema eléctrico de primer orden.

Equipos extintores de fuegos, del tipo requerido según área a cubrir.

Vestidores.

Oficina de personal paramédico, equipada para atención de accidentes menores, con comunicación.

Teléfono (s).

Iluminación interna y externa, natural y artificial.

GEOAMBIENTE S.A.

Señalización en accesos y zonas de tránsito interno.
Estantería (bodega) baja y con resguardo.
Ventilación adecuada al uso del área.
Seguridad (guarda) y valla perimetral.
Equipo de protección personal.

Las áreas de estacionamiento y áreas de apilamiento de materiales, contarán con:

Señalización en piso y vertical.
Iluminación nocturna.

Los accesos tendrán:

Señalización en piso y vertical.
Portones. Uno para vehículos y maquinaria, y otro para personas a pie.
Guardas.
Persona dirija entradas / salidas de equipo, maquinaria, automóviles.

Sitios de obras tendrán:

Servicios sanitarios portátiles, 1 por cada 10 operarios.
Señales para advertir a conductores de vehículos, de maquinaria o equipo, de la presencia de personas o de áreas de riesgo (cortes, taludes, material apilado, etc.).
Capataz contará con equipo de comunicación.
Personal contará con equipo de protección según las labores que realice.
Si el campamento estuviera a distancia considerable o el tiempo de respuesta fuese mayor al óptimo, habrá personal paramédico en área de obras.

Botaderos.

Vías internas definidas y áreas de disposición.

▪ Áreas de posibles riesgos; clase de riesgo:
En áreas de labores preparación de terreno, de construcción de instalaciones provisionales, de área de rodamiento y edificaciones u obras conexas:

Riesgo de accidentes de tránsito.
Riesgo de inhalación de gases de sustancias químicas.
Riesgo de golpes, caídas, cortaduras.

GEOAMBIENTE S.A.

Oficinas:

- Caídas.
- Riesgo por sismos.
- Riesgo por incendios.

Bodegas:

- Caídas.
- Golpes por objetos que caen.
- Lesión por levantar peso excesivo o no usar equipo (fajas).
- Riesgo por Sismo.
- Riesgo por incendio.
- Riesgo de inhalación de gases de sustancias químicas.
- Lesión en ojos por mal manejo de sustancias químicas.

Accesos, zonas de parqueo y/o apilamiento:

- Accidentes de tránsito.

Botaderos:

- Accidentes de tránsito.

Áreas de voladuras:

- Concusión.
- Golpes.
- Lesiones diversas.

GEOAMBIENTE S.A.

✓ **Medidas de prevención o mitigación:**

Riesgo	Medida
Cualquiera- todo tipo.	Capacitación, instrucción a los empleados. Uso del equipo de protección personal indicado para el trabajo que realiza el empleado. Mantenimiento de sistemas eléctricos. Puertas amplias, con pasamanos en caso de escalones, que faciliten la evacuación. Señalización, ventilación, iluminación, adecuadas. Mantenimiento de equipo y maquinaria. Comunicación.
Objetos extraños o sustancias ajenas en ojos.	Uso de gafas de protección. Lavatorio para ojos. Hojas de Seguridad de las sustancias químicas en idioma español, en manos de paramédicos, capataces y personal administrativo.
Quemaduras, cortaduras leves.	Personal paramédico, con elementos de primeros auxilios.
Inhalación de gases de sustancias químicas.	Conocer del manejo de las sustancias. Contar el personal paramédico con los elementos que indique el fabricante de la sustancia. Todas las Hojas de Seguridad de las sustancias químicas estarán en idioma español y en manos del personal paramédico, Administrativo y Capataces.
Caídas de alturas (puentes, pasos a desnivel)	Se usará el equipo protector, y los andamios serán revisados cuidadosamente. Se permitirá el trabajo en alturas únicamente a operarios experimentados.
Lesiones por aterramiento.	Los cortes (taludes y zanjas) estarán protegidos contra desprendimientos. Cuando se realicen trabajos, se vigilará la seguridad de los operarios.

GEOAMBIENTE S.A.

Riesgo	Medida
Lesiones por Uso de herramientas, equipo, maquinaria.	El personal utilizará el equipo protector (guantes, protectores de ojos y oídos, fajas, zapatos correctos) según lo requiera el trabajo que realice; el capataz velará junto con el responsable de la obra y el Regente Ambiental, que se cumpla este requerimiento. Se procurará que únicamente personal con conocimiento y experiencia use el equipo o maquinaria de riesgo.
Lesiones por ignorancia.	Se instruirá a los trabajadores en la práctica de seguridad y uso del equipo de protección personal.

✓ **Otros riesgos en el trabajo y medidas preventivas:**

- o Caídas. Para evitar caídas, el lugar de trabajo (oficinas, bodegas, taller, etc.) debe contar con áreas de tránsito de personas sin obstrucciones, libres de obstáculos. En los Centros de Control o instalaciones permanentes: Las escaleras contarán con barandales e iluminación adecuada, natural y artificial. Los lugares para almacenamiento de materiales (bodegas) tendrán estantes seguros, de fácil acceso según peso de los materiales, con barandilla que evite la caída de objetos sobre las personas. Estarán bien iluminados y ventilados. Las sustancias o materiales químicos que requieran condiciones especiales para su almacenamiento, contarán con ellas, según las instrucciones del fabricante. Contará con rotulación de advertencia para materiales peligrosos y equipo extintor para el tipo de material.
- Lesiones musculares o de otro tipo por uso de equipo: Las sillas, mesas de trabajo, bodegas de materiales,

GEOAMBIENTE S.A.

serán de tipo ergonómico o construidas de manera que el manejo de artículos o materiales almacenados no requiera fuerza o estiramientos que puedan generar lesiones físicas. Habrá equipo de protección personal.

▪ Respuesta ante lesiones:

Las lesiones pueden ser leves, y este tipo es el más frecuente durante la actividad en estudio. También pueden ser severas, y éstas requieren de una respuesta eficiente: Profesional médico, paramédico, ambulancia.

En caso de lesión leve, como cortadura o quemadura leve, la persona lesionada hará uso de las facilidades y equipamiento de la empresa:

Personal paramédico con equipamiento adecuado.

Si ocurriera una lesión severa, por caída por ejemplo, se recurrirá de inmediato a los servicios de personal paramédico y en caso necesario según la evaluación de éste, el lesionado será trasladado al Centro hospitalario más cercano; el personal contará con los seguros de riesgos que establece la legislación nacional.

PROTOCOLO DE SEGURIDAD LABORAL.

OBJETIVO:

Determinar si se cumplen las normas jurídicas vigentes, y las políticas de seguridad de la empresa en el sitio de trabajo.

CONTACTOS:

1. Personal de alto nivel administrativo.
2. Encargado de la obra.
3. Controlador de transportistas.
4. Encargado de la seguridad laboral.
5. Personal de asistencia médica.

VERIFICACIÓN:

Pregunte:

- Qué programas de inspección formales existen?
- Conoce bien las medidas recomendadas para la seguridad personal?
- Se aplican las medidas recomendadas para seguridad personal?

GEOAMBIENTE S.A.

- Utiliza el personal el equipo de seguridad?
- Se han producido accidentes en el último período controlado?
- Qué acciones se han llevado a cabo en caso de haber ocurrido accidentes, y cual fue el motivo de los mismos?

Observe:

- Se da en la práctica el plan de monitoreo, controles para la seguridad laboral?
- Utiliza el personal el equipo de protección?
- Utiliza la vestimenta correcta para el tipo de labor que realiza?
- Cuál es el nivel de ruido, polvo, humos en el sitio de trabajo?
- Se ajusta el personal de equipo móvil a las disposiciones externas e internas de tránsito seguro?
- Se lleva bitácora de inspecciones de regencia ambiental?
- Se documentan las inspecciones de mantenimiento preventivo?

GEOAMBIENTE S.A.

D. PLAN DE MANEJO ARQUEOLÓGICO.

La protección del ambiente cultural precolombino en AP y AID requiere de una fase de evaluación y una fase de rescate.

A. Fase de Evaluación:

Se realiza de previo al inicio de los trabajos de movimientos de tierra y cortes en la ruta del tramo.

Consiste en:

- Estudio de la Base unificada de sitios del Museo Nacional.
- Estudio del Banco Unificado de Datos del Museo Nacional.

Las fuentes citadas no contienen datos de interés en el área de estudio para este tramo de vía. Sin embargo, con el objeto de evitar sorpresas y facilitar el futuro rescate de eventuales sitios, se llevará a cabo una evaluación arqueológica, para lo cual la Constructora contratará los servicios de un(a) profesional en arqueología, por un plazo determinado, y asistentes (2).

Lo anterior permitirá determinar la presencia o no de zonas con rasgos culturales precolombinos, de manera que en caso positivo, se pasará a la etapa siguiente, de evaluación.

Si se encontraran evidencias de rasgos culturales se determinará la naturaleza de las mismas, su interés, y se elaborará el plan de rescate y se determinará su costo y tiempo de ejecución.

Cuadro de etapas Fase A. (Evaluación).

Etapa	Acción.
1	Contratación de profesional.
2	Estudio de fuentes de información (Museo Nacional).
3	Evaluación arqueológica.
4.	Clasificación de rasgos en caso de ser encontrados.
5	Elaboración, determinación de costos y tiempo del plan de Rescate.

GEOAMBIENTE S.A.

B. Fase de Rescate.

Esta fase es aquella en que ejecuta el plan de rescate, consistente en la excavación de sitios mediante las técnicas propias de esta rama del saber humano para la extracción de los objetos de interés o traslado de áreas de actividad. Depende enteramente de los resultados obtenidos durante la fase anterior.

De todas formas, en caso de resultar negativa la evaluación preliminar, y de encontrarse rasgos culturales o áreas de actividad (hallazgos arqueológicos) durante la realización de los trabajos de movimientos de tierra, se dará aviso al Museo Nacional conforme lo ordena la Ley #6703.

Se llevará a cabo una reunión de un representante de la Constructora con la Dirección del Museo Nacional, a fin de que esa Dirección disponga, si lo considera oportuno, el monitoreo de sitio durante la etapa de inicio de la fase constructiva, de movimientos de tierra, en cuyo caso se le dará aviso cuando ello suceda.

GEOAMBIENTE S.A.

E. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES.

El plan de medidas ambientales consiste en la aplicación del Plan de Gestión, en el tiempo, un flujograma de actividades de protección del entorno físico y el medio humano.

Para llevar a cabo la identificación de efectos potenciales, se estableció una lista orientadora de indicadores:

Indicador	Efecto potencial	% de potencialidad para el proyecto.
Clima.	Modificación de canales de viento por cortes para la infraestructura y eliminación de barreras vegetales..	25
Aire.	Superficie de afectación de desmejora en la calidad por aumento en niveles sonoros superiores a 55 dB diurnos, y 35 dB nocturnos. Aumento emisiones al aire.	100
Hidrología.	Modificación de drenajes, afectación de cauces por obras.	70
Vegetación	Afectación especies endémicas o protegidas.	0
Fauna	Afectación de especies endémicas o protegidas.	0
	Efecto barrera por superficies de hábitats especiales o irreemplazables afectados.	0
Paisaje	Puntos de especial interés afectados.	0
Factores socioculturales	Modificación de modos de vida tradicionales. Elementos del patrimonio cultural afectados.	0

GEOAMBIENTE S.A.

Indicador	Efecto potencial	% de potencialidad para el proyecto.
Factores socioculturales	Interferencia en condiciones de tránsito por las obras.	20
	Variación en el índice de peligrosidad en longitud de vía.	0
	Variación índice de riesgo por obras.	50
Sector primario.	Número de individuos desplazados. Expropiación de propiedades.	>10
Sector secundario	Afectación por el # de trabajadores que demandan servicios.	5

De la estimación de potencialidad de los indicadores mencionados, se establecieron medidas para la minimización de efectos en los elementos mayormente afectados.

En cuanto a la aplicación de esas medidas, se propone un cronograma como sigue:

GEOAMBIENTE S.A.

Etapa constructiva:

Medidas	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Protección suelos, agua, aire.		_____											
Protección de personal. Instrucción sobre uso equipo de protección, Plan de seguridad, manejo sustancias peligrosas, etc.		_____											
Protección de flora, fauna, inicia movimientos de tierra, cortes.		_____											
Previsión de accidentes de tránsito (Rutas alternas, señalización, avisos, acordonamiento, etc.)		_____											
Establecimiento campamento y de instalaciones especiales (taller, bodega, etc.) Desmantelamiento.		_____>											
Equipamiento de instalaciones especiales (Bodega, taller, centro médico): extintores, iluminación, comunicación, equipo especial, etc.		_____											
Ejecución de planes, designación de responsables.		_____>											
Establecimiento de sitios de botaderos.		_____											
Control, monitoreo de condiciones ambientales e instalaciones.		_____>											

GEOAMBIENTE S.A.

F. PLAN DE MONITOREO Y CONTROL. SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL.

El monitoreo es igualmente una parte del Plan de Gestión; la frecuencia y área del mismo se indica en el siguiente cuadro que contiene los requerimientos de Control por parte de la empresa Constructora en etapa correspondiente. Otro control será ejecutado por el Estado.

Área de Monitoreo	Responsable /Frecuencia
Elementos naturales, acciones de protección o minimización de impactos (agua, suelo, aire, fauna). Ejecución del PGA.	Regente Ambiental. Responsable por parte de la empresa Constructora / Concesionaria (según etapa). Capataz. El monitoreo es permanente, con informes a Setena según lo indique.
Flora. Protección, resiembra. Ejecución del Plan de Gestión Paisajística (PGP).	Ingeniero Forestal. Responsable por parte de la empresa Constructora Capataz. Personal encargado de la revegetación y el Plan de Gestión Paisajística. Regente Ambiental. El monitoreo se realizará especialmente durante la etapa de corta de árboles y resiembra en áreas de ornato (verdes), pero continuará en forma periódica durante toda la etapa Constructiva y permanente durante la etapa Operativa (mantenimiento de áreas verdes)
Ambiente Humano. Seguridad, salud. Ejecución de los planes de manejo de desechos, seguridad laboral, rutas alternas, plan de Gestión Comunitaria, Arqueológico, etc.	Encargados de ejecución de los diversos Planes. Responsable por parte de la Empresa Constructora. Regente Ambiental. El monitoreo será permanente, los encargados de la ejecución de los planes llevarán un libro de bitácora que será propiedad de la empresa, (salvo el del Regente Ambiental, que será entregado a Setena al finalizar la regencia).

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro de factores, parámetros del monitoreo.

Factor ambiental	Parámetros básicos	Eficacia de las medidas adoptadas
Geología, geomorfología. Suelos.	Conocimiento de zonas con riesgo de derrumbes o deslizamientos, botaderos y sitios de préstamo. ²	Control de derrumbes y deslizamientos durante y después de las obras. Control en botaderos. Restauración de taludes.
Aguas	Control en ríos, de contaminación o arrastre de sedimentos.	Comprobación de diseño y funcionamiento de drenajes, no vertido de sustancias contaminantes o inertes, afectación cauces. Eficacia de barreras de sedimentos.
Aire	Control de niveles de ruidos, y polvo.	Control de niveles de ruidos tras barreras sónicas, control de polvo, horarios.
Flora	Arborización, revegetación. Límites de afectación.	Monitoreo de planes de gestión paisajística y el de arborización.
Socio económico	Servicios afectados, accesos, control de ruidos y polvos, control de accidentes. Información. Protección de sitios arqueológicos.	Reposición de servicios, monitoreo de riegos, existencia de accesos a fincas y locales. Ejecución del plan de gestión comunitaria y el plan de arqueología, plan de rutas y plan de seguridad.

² Si los tuviera la concesionaria.

GEOAMBIENTE S.A.

G. PLAN DE GESTIÓN PAISAJÍSTICA.

El plan persigue embellecer el paisaje cercano de AID, como son islas, áreas verdes, y jardines; también pretende la arborización de zonas de protección del río Segundo cercanas al puente aguas arriba y aguas abajo a ambos lados.

En términos generales, el corredor San José-San ramón requiere de una arborización que brinde un paisaje agradable. Dependiendo del espaciamiento y los sectores en los que actualmente tienen arborización que no será removida, las necesidades de plantaciones en el Corredor (Proyecto Macro) pueden ser cercanas a las 20.000 plantas.

Los casos especiales que deben considerarse como propuestas específicas son:

- El establecimiento de una sola clase de árbol (roble de sabana) en el sector de San Antonio - Río Segundo.
- Zonas de intercambio: Las áreas verdes ubicadas en las intersecciones son espacios abiertos entre pistas que deben permitir la visibilidad completa, no producir una distracción notable al conductor o presentar obstáculos sólidos contra los que, en caso de derrape o exceso de velocidad, un vehículo que se introduzca a las zonas verdes pueda colisionar. Por esto las especies recomendadas como ornamentales deben ser arbustos o arbolitos de bajo porte. Se proponen tres tipologías de diseño para las áreas verdes ubicadas en las zonas de intercambio, con un elemento principal tipo atolón con arbustos, un área con una hierba de cobertura baja tipo césped y una hierba o arbusto delimitador en el contorno del área, tipo seto bajo.

La motivación de los 3 diseños propuestos es la siguiente.

* Palmeras: un grupo de palmas de diverso follaje y altura conforman el elemento principal, mientras que el delimitador pueden ser gramíneas, *liliáceas*, *amarilláceas* o plantas con semejanza a las palmas

* Follajes. En este caso la característica sobresaliente del elemento principal es el colorido de las hojas perennes

* Floración: la producción de flores llamativas del elemento principal y de los delimitadores son sobresalientes.

GEOAMBIENTE S.A.

- En el caso de esta radial (San Antonio - Río Segundo), debido a la propuesta especial de embellecimiento, la decoración de las zonas verdes con árboles florales, acompañados de especies asociadas como constituyentes de setos, postes vivos o sombra, se recomienda el uso de plátano, pejibaye, colpalchí, olivo, madero negro o amapola. Mientras que los elementos delimitadores de la periferia pueden ser hierbas o cultivos comunes, como chinas, zacate de limón, veraneras. La ubicación del intercambio en Río Segundo, su cercanía con el Parque del Agricultor y su reubicación propuesta cerca del cementerio, resalta el valor paisajístico de este intercambio.
- Pasos de nivel: Los 2 pasos de nivel, en la calle Cañada y la calle al aeropuerto, requieren de un tratamiento de estabilización del talud de aproximación con pastos.
- Centros de control: Peajes: incluir árboles como el pejibaye, llama del bosque, roble de sabana, mango, Jacaranda o vainillo para brindar sombra a las áreas de parqueo.
- Paradas de buses y pasos peatonales: Incluyen bahías de aproximación para los buses, caseta de espera y accesos a los puentes peatonales o pasos superiores o inferiores. En el tramo de aproximación los setos deben ser bajos para no impedir la visibilidad, detrás de la caseta pueden ser densos y altos para proteger del viento, la lluvia y el sol. En los accesos a los puentes peatonales pueden haber jardineras. Las paradas de buses deben tener un mismo diseño. En el sector de aproximación de la bahía el seto debe ser bajo para no impedir la visibilidad, mientras que en las inmediaciones de la caseta deben ubicarse arbustos densos y árboles para brindar sombra y proteger del viento. En la rampa de reingreso puede repetirse el modelo del derecho de vía de la radial.
- Islas: Radial San Antonio-Río Segundo: La isla central de 1.8 mts con una longitud de cerca de 2.4 km con el mismo motivo del derecho de vía y los intercambios: seto denso, y árboles cada 5 mts.
- Vallas o cercas vivas: Se procurara utilizar árboles o plantas nativas para las cercas vivas que se decida instalar; debe tenerse presente que cuando se siembren dentro del derecho de vía e intersecciones, no representen obstáculos de alta resistencia para la seguridad del transito vehicular, u obstruyan la vista.

GEOAMBIENTE S.A.

Para la implementación del plan, la Concesionaria realizará las siguientes acciones en el plazo que se señala:

CUADRO PLAN DE GESTIÓN PAISAJISTICA (PGP).

Área	Acción	Plazo	Responsable
Jardines	Diseño, escogimiento de plantas a usar, establecimiento de áreas. Siembra.	Finalizando tramos de ruta en sitio de jardines.	Concesionaria. Encargado. Control: RAP.
Áreas verdes	Establecimiento, diseño. Escogimiento de plantas ornamentales y gramíneas. Acondicionamiento. Siembra.	Finalizando tramos de ruta en sitio de áreas verdes.	Concesionaria. Encargado. Control: RAP
Islas	Escogencia de plantas a usar. Acondicionamiento. Siembra.	Finalizando tramos de ruta en sitio de Islas.	Concesionaria. Encargado. Control: RAP
Revegetación en zona protectora	Plan de reforestación. Adquisición de plantas. Siembra.	Al finalizar obras en puente.	Concesionaria. Ingeniero Forestal. Encargado. Control: RAP
Mantenimiento	Labores de resiembra y sustitución de plantas muertas.	Etapa operativa	Concesionaria. Encargado. Control: RAP

GEOAMBIENTE S.A.

H. PLAN DE GESTIÓN COMUNITARIA.

Objetivos: El Plan de Gestión Comunitaria está dirigido a posibilitar la comunicación pronta y ágil entre las instituciones locales y comunidades ubicadas dentro de las áreas de influencia del proyecto.

Estrategias:

Brindar a las Municipalidades de Belén y del Cantón Central de Alajuela, así como a la comunidad organizada de las poblaciones de Distrito de Ribera y de Río Segundo localizadas dentro del AII además de aquellas que se vean involucradas de manera directa o indirecta con el proyecto y representadas ante las citadas Municipalidades, la información veraz y detallada de las acciones a realizar, de previo a que éstas ocurran.

Esta información deberá posibilitar el comentario de las instituciones mencionadas y de las personas de las comunidades citadas, con el fin de atender sus inquietudes y/o necesidades generadas por el proyecto, como por ejemplo accesos, vallas protectoras o sonoras, señalización u otras, así como explicar posbeneficios de la vía a construir y de las obras conexas.

La Concesionaria y los profesionales contratados en lo que corresponda, procurarán dar respuesta a las inquietudes y/o necesidades de las personas de las comunidades involucradas con el proyecto así como a las instituciones participantes en el Plan. Para ello contará con el personal adecuado que coordine el programa y otro personal que evacue preguntas técnicas que se presenten; por otra parte, las instituciones estatales colaborarán cuando corresponda.

El plazo de ejecución del plan será igual al plazo de la etapa constructiva del tramo de la carretera objeto del presente estudio.

Para lograr lo anterior, se llevarán a cabo las acciones indicadas en el siguiente cuadro:

GEOAMBIENTE S.A.

CUADRO DE ACCIONES, RECURSOS Y METAS
 DEL PLAN DE GESTIÓN COMUNITARIA.

Acciones	Metas	Recursos
Determinación de población meta, Obtención de información sobre organizaciones en comunidades incluidas en el listado.	Conocer la población involucrada en el Plan de Gestión Comunitaria.	1 Personal profesional (sociólogo(a), Antropólogo (a) social). Comunicaciones. Honorarios, Viáticos.
Primer contacto con las Municipalidades de los Cantones de Belén y Alajuela.	Dar a conocer a las Municipalidades los alcances y objetivos del Plan de Gestión Comunitaria y atender las observaciones que hicieran al mismo. Solicitar espacio para reuniones con líderes comunales o agrupaciones que deseen participar.	1 Profesional contratado, encargado de la ejecución del plan. Honorarios, viáticos. Comunicaciones.
Contacto, por medio de las Municipalidades, con las organizaciones de las comunidades meta.	Informar sobre el Plan y atender sugerencias al respecto. Determinar y frecuencia de reuniones futuras en la Municipalidad.	1 Profesional Encargado. Honorarios, viáticos. Comunicaciones.
Hacer el cronograma de reuniones y comunicarlo a las Municipalidades, y por su medio, a Instituciones locales o regionales, y a las organizaciones involucradas. Atender modificaciones en caso de proceder.	Que las instituciones y organizaciones comunales involucradas conozcan el cronograma de reuniones y lo aprueben.	1 Profesional encargado. Honorarios, viáticos. Comunicaciones. Papelería.
Realizar las modificaciones recomendadas e informar a la población meta sobre el cronograma definitivo de reuniones y sitio de las mismas.	Lograr que la mayor parte de la población meta concurra a las reuniones.	1 Profesional encargado. Honorarios, viáticos. Comunicaciones. Papelería. Espacio físico.

GEOAMBIENTE S.A.

<p>Iniciar las reuniones. Llevar una minuta y dar seguimiento a recomendaciones, preguntas o inquietudes, necesidades.</p>	<p>Informar sobre el proyecto. Dar seguimiento a las solicitudes de información o a las necesidades manifestadas. Dar respuestas.</p>	<p>1 Profesional encargado. Honorarios, viáticos. Comunicaciones. Papelería. Espacio físico. Cooperación de otros profesionales del equipo de la Constructora (Hidrólogo, Forestal, Regente Ambiental, Ingenieros, Químicos, etc.</p>
<p>Elaborar y distribuir entre la población meta un boletín informativo.</p>	<p>Hacer llegar la información a la población meta.</p>	<p>1 Profesional encargado. 1 Asistente. Honorarios, viáticos. Comunicaciones. Papelería. Espacio físico. Cooperación de otros profesionales del equipo de la Constructora (Hidrólogo, Forestal, Regente Ambiental, Ingenieros, Químicos, etc.</p>

Propuesta de Plan de Gestión Comunitaria

Objetivos.

General:

Posibilitar la comunicación pronta y ágil por medio de las municipalidades, entre las instituciones locales y comunidades dentro de las áreas de influencia del proyecto de construcción de la nueva carretera radial entre San Antonio de Belén y Río Segundo de Alajuela.

GEOAMBIENTE S.A.

Específicos:

- Brindar a las municipalidades y otras instituciones involucradas la información veraz y detallada de las acciones a realizar de previo a que estas ocurran.
- Posibilitar el comentario de las instituciones mencionadas y de las personas de las comunidades, con el fin de atender sus inquietudes y/o necesidades de las personas de las comunidades involucradas en el proyecto así como a las instituciones participantes en el Plan.

Zonas de influencia directa e indirecta

→ Población, organizaciones o sectores meta involucrados

La zona en la que se construirá el nuevo tramo de carretera cuenta con una población diversa, caracterizada por ser propietarios de terrenos dedicados a labores agrícolas, ganaderas o industriales. Es difícil estimar el grado de alcance del proyecto sobre los centros de población como Ojo de Agua, San Rafael, San Antonio o Río Segundo, debido a que no existe la carretera y sus efectos sociales, pero es posible señalar que el sector de población más dominante en ambos lados de esta carretera llegue a ser el del comercio y la industria, dada la tendencia actual y el carácter de la autopista y la gran importancia económica que reviste para la comunicación entre sectores tan importantes de la zona metropolitana oeste.

→ Ubicación de los grupos meta.

En el tramo en estudio, la población meta del plan a desarrollar que debe considerarse son los grupos comunales del sector de Ojo de Agua y comunidades del entronque con Río Segundo, representados ante la Municipalidad de Alajuela por los Síndicos distritales, así como la Municipalidad de Belén en relación a la población de ese cantón que se verá afectada o beneficiada por el proyecto. Así mismo, debe tomarse en consideración a todas las empresas comerciales, productivas y de servicio que exista, pues en todos los casos es necesario

GEOAMBIENTE S.A.

informar sobre las ventajas colectivas y regionales del proyecto.

→ Principales inquietudes o conflictos planteados por los grupos meta.

Los conflictos en específico planteados son los siguientes:

- En general, según algunos entrevistados, existen algunas expropiaciones insuficientemente informadas, que de una u otra manera contribuyen a propiciar la incertidumbre en algunos propietarios.
- No obstante, existen propietarios de terrenos que afirman haber recibido información adecuada. Estos vecinos son personas vinculadas con empresas que reciben asesoría legal.
- Uno de los aspectos que preocupa es la forma como se entroncarán los caminos actuales hacia y desde las comunidades con la autopista y hasta qué punto será un obstáculo para el desplazamiento entre los distritos y comunidades del cantón de Belén y otros cantones.
- Se plantea hasta qué punto la carretera puede afectar el centro de recreación de Ojo de Agua, un lugar de gran importancia para el descanso de sectores populares del Valle Central.
- Poca coordinación entre entidades estatales como la Municipalidad y el MOPT, pues algunas veces los funcionarios municipales topan con limitantes de información sobre variantes en la obra, cuyo conocimiento es esencial para ordenar el uso de las zonas de influencia.
- La mayor parte del trayecto no presenta ningún tipo de construcción, pero existe preocupación de parte de los dirigentes y empresarios sobre los niveles de seguridad para los peatones, en especial en cuanto a la ubicación de los cruces para peatones.

GEOAMBIENTE S.A.

➔ Aspectos a comunicar por parte de los concesionarios y el Estado a las Municipalidades y grupos involucrados representados ante éstas últimas:

A los afectados directamente (Sector A):

Sobre indemnizaciones o expropiaciones:

- Las características de los procesos de expropiación, así como sus deberes y derechos al respecto. Debe tenerse presente que no habrá reubicaciones forzosas en este tramo.

A las Municipalidades y comunidades representadas ante éstas (Sector B):

Seguridad:

- Los niveles de seguridad y de vigilancia de la Guardia Civil y la Policía de Tránsito.

El Proyecto:

- El número de vías que va a tener la carretera y sus características.
- Beneficios del proyecto, mejoras. Ventajas.
- La duración de la obra y la fecha de inicio de las obras.
- La medida exacta de la superficie correspondiente al derecho de vía en cada caso, precisando los efectos y inconvenientes que podría ocasionar el proceso de construcción.
- Las estrategias de acceso a las empresas y comunidades durante el período de construcción.
- Si va a haber puentes peatonales o intercambios y su ubicación exacta.

Medidas ambientales:

- Los controles de la contaminación atmosférica por gases y ruido.
- Rutas provisionales.
- Revegetación, mejora paisajística.
- Protección de suelos, agua, fauna.

GEOAMBIENTE S.A.

→ Formas adecuadas para la canalización de las inquietudes de la población, organizaciones o sectores meta involucrados

- En el sector A estudiado es menester que El Estado se comunique de manera personal con todos los afectados.
- Por medio de las Municipalidades, la empresa Concesionaria hará la comunicación con el Sector B, entre ellos los encargados de las empresas ubicadas a ambos lados de la carretera, así como con las respectivas asociaciones de desarrollo. Debe acudirse primordialmente a las empresas cuyo acceso, o terreno o seguridad se vea afectada durante el proceso de construcción.
- Es necesario entregar una nota informativa (la primera de una serie) en la que se resuma el proyecto; esta información será entregada a las Municipalidades (mediante el resumen ejecutivo del estudio de impacto ambiental) de previo a entregar el EsIA a SETENA.
- Se recomienda distribuir una comunicación por escrito, para efectos de convocar a una reunión informativa presencial que amplíe y libere las dudas de las personas del Sector B que puedan movilizarse hacia un centro que podría estar ubicado en la Municipalidad de Belén, con la presencia de los encargados de las municipalidad de Alajuela, así como del MOPT y de la empresa concesionaria.

→ Mecanismos de respuesta institucional y de la empresa concesionaria a las inquietudes de las organizaciones representadas en las Municipalidades:

- Debe ser tarea básica del profesional a cargo de la ejecución del presente Plan el proveer de Información expedita y detallada.
- Crear una oficina o Centro de Comunicación adecuadamente equipado, a fin de brindar respuesta rápida y eficiente a las solicitudes de las personas interesadas. Esta oficina podrá estar localizada en la Municipalidad de Belén durante la etapa de

GEOAMBIENTE S.A.

construcción y estará ubicada en los Centros de Control de Operaciones, durante la etapa operativa.³

- Establecer como mecanismo prioritario la respuesta expedita y aclaración pronta por parte del personal técnico de la empresa concesionaria y del MOPT sobre las dudas transmitidas por el profesional a cargo.
- Facilitar mediante una ventanilla única los procesos de trámite de quejas o solicitudes ante la empresa concesionaria y ante las entidades públicas, esto con el propósito de facilitar un ruta de atención sencilla al alcance de la población en general. Al inicio, la ventanilla única podrá estar ubicada en las Municipalidades involucradas, y más adelante, estarán en los Centros de Control de Operaciones, para atender sugerencias, quejas, brindar información y colaboración.
- Realizar reunión de representantes de instituciones involucradas como primer mecanismo de comunicación interinstitucional para la canalización de inquietudes que se recogen en la ventanilla única.

³ Una vez aprobado el EsIA, la Concesionaria planteará esta propuesta a la Municipalidad para su aprobación o conveniencia; de no ser así, se buscará una sede alternativa.

GEOAMBIENTE S.A.

➔ Información básica para la elaboración de un cronograma de reuniones

Plan de acción:

Actividad	Estrategia de ejecución	Detalle	Recursos
<p>1. Estudio de las poblaciones, instituciones, organizaciones o sectores meta involucrados.</p>	<p>1. Comunicación escrita a todos los sectores involucrados sobre inicio de proyecto (preferiblemente por cantones) mediante la colaboración municipal (Boletín informativo u otro medio).</p> <p>2. Seguimiento a comunicación y reacciones.</p>	<p>Comunicar a munícipes y por su medio, a las, Asociaciones de desarrollo, y Empresarios de ambos lados de la carretera.</p>	<p>Profesional a cargo. Oficina equipada.</p>
<p>2. Proceso de validación del Plan de Gestión Comunitaria al nivel institucional y comunal.</p>	<p>1. leras. Reuniones taller participativos para la comunicación de la propuesta de Gestión Comunitaria (una en Belén y otra en Alajuela).</p> <p>2. Recopilación de sugerencias.</p> <p>3. Comunicación de acuerdos.</p> <p>4. Seguimiento de acuerdos.</p>	<p>Convocar a reunión a munícipes, Asociaciones de desarrollo, Funcionarios MOPT.</p>	<p>Profesional a cargo. Local para reunión.</p>

GEOAMBIENTE S.A.

<i>Viene</i>			
<i>5. Proceso ampliado de consulta y aprobación del Plan de Gestión Comunitaria y primer acercamiento para conocimiento de inquietudes sobre el proyecto ante las Municipalidades.</i>	1. Comunicación y Seguimiento de acuerdos.	Convocar a reunión a munícipes, Asociaciones de desarrollo, Funcionarios MOPT. Empresarios de ambos lados de la carretera.	Profesional a cargo. Local para reunión.
<i>1. Proceso de discusión y comunicación de las inquietudes de la población, organizaciones o sectores meta involucrados sobre el proyecto.</i>	1. Reunión - taller participativo para diagnóstico de inquietudes. 2. Comunicación de acuerdos. 3. Proceso permanente de seguimiento de acuerdos.	Convocar a reunión a todos los participantes en anterior taller. Convocar otras personas con inquietudes.	Profesional a cargo. Local para reunión.
<i>4. Proceso de comunicación de respuestas a las inquietudes de la población, organizaciones o sectores meta involucrados</i>	1. Comunicación de respuestas mediante boletín municipal u otro medio. 2. Seguimiento interinstitucional de la respuesta a las inquietudes.	Consultas periódicas a personas con inquietudes críticas o no resueltas.	Profesional a cargo. Oficina equipada..

GEOAMBIENTE S.A.

I. PLAN DE TRABAJO.

El Plan de Trabajo en etapa de construcción lo realiza la empresa Constructora, para la etapa de preparación de terrenos y construcción de la vía.

Indica la fecha propuesta para el inicio de otras acciones previas como el Plan de Manejo Arqueológico, y el inicio de ejecución de otros planes incluidos en este trabajo, así como el avance esperado de las obras.

Se adjunta el plan de trabajo, al final del Tomo II, Anexo al Tomo II.

GEOAMBIENTE S.A.

J. PLAN DE RUTAS.

El plan propuesto de rutas se adjunta al presente. Será susceptible de sufrir modificaciones, que serán informadas a Setena y al Estado que realiza el monitoreo y control de esta obra, con la debida justificación para el cambio.

PLAN DE DESVIOS Y CONTROL DE TRANSITO DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCION

Durante la etapa de construcción del Corredor San José - San Ramón, debido a la alta densidad de tránsito sobre la ruta, será necesario utilizar una serie de desvíos y proteger todas las zonas de trabajo para asegurar el flujo continuo de los vehículos y la seguridad integral en las diferentes zonas de construcción.

Como el proyecto se desarrolla en una zona urbana, se deben de tomar consideraciones para minimizar el congestionamiento, por lo que parte de la labor del constructor es hacer un Plan de Desvíos acorde a las necesidades del proyecto y habilitarlos para que brinden un nivel de servicio adecuado al tránsito proyectado.

Los dos desvíos críticos del proyecto están ubicados en la zona de más TPD de la ruta, el primero está ubicado en la Intercambio Circunvalación y el segundo en el Puente Juan Pablo Segundo. Para resolver este problema, se trazaron una serie de rutas alternas para habilitar todos los movimientos afectados durante la construcción en esa zona. Estas rutas alternas (desvíos) se van a señalar y mejorar la condición actual de la superficie de ruedo mediante una rehabilitación general, principalmente mediante un bacheo y sobrecapas de diferente espesor de mezcla asfáltica caliente.

Además de los desvíos propiamente, se tomará en cuenta una serie de medidas de seguridad para el control de tránsito que se enumeran a continuación.

GEOAMBIENTE S.A.

MEDIDAS DE CONTROL DE TRANSITO DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCION

Introducción

En cualquier momento que se interrumpa la operación normal de una vía se debe garantizar la continuidad de la función que cumple esa vía mediante la planificación de la seguridad y del control temporal del tránsito. Esto significa que pese a los trabajos que es necesario realizar, se debe mantener el mayor grado de fluidez posible para los vehículos, los peatones, el servicio de transporte público y el acceso a las propiedades e infraestructura de servicios públicos.

El sitio donde la función normal de la vía se interrumpe se define como el área o zona de trabajo. El área de trabajo es aquel tramo de la vía cerrado al tránsito y reservado para los trabajadores, equipo y materiales requeridos en la obra. Algunas veces puede haber varios espacios de trabajo dentro de los límites de un proyecto. Esta situación podría causar confusión a los conductores porque los espacios de trabajo pueden estar separados por varios kilómetros de distancia. En consecuencia, cada espacio de trabajo deberá estar señalizado adecuadamente para informar a los conductores de lo que pueden esperar.

Los controles efectivos del tránsito aumentan la seguridad vial y la eficiencia en la realización de las obras dentro del área de trabajo, independientemente de que tipo de obra tiene lugar. El control efectivo deberá proveer seguridad tanto a los trabajadores como a los usuarios de la vía y a los peatones. Al mismo tiempo deberá permitir la rápida conclusión de la actividad que provocó la interrupción en el uso normal de la vía. Ningún conjunto de señales o de otros dispositivos de control de tránsito pueden satisfacer todas las condiciones típicas para un proyecto dado. Al mismo tiempo, la definición de estándares detallados que sean adecuados para cubrir todas las aplicaciones no es práctica. En el Manual de la SIECA se presentan los principios fundamentales así como varios diagramas que ilustran aplicaciones comunes de control temporal de tránsito. El control seleccionado para cada situación deberá fundamentarse en el tipo de carretera, las condiciones de tránsito, la

GEOAMBIENTE S.A.

duración de la operación, restricciones físicas y la proximidad del área de trabajo a la corriente de tránsito.

Los planes de control temporal de tránsito que se preparen para una obra en particular, así como los dispositivos que puedan ser utilizados, deberán regirse por lo indicado en el Manual de la SIECA.

Los criterios establecidos en este sentido tendrán aplicación tanto en zona rural como urbana. Las carreteras rurales normalmente se caracterizan por volúmenes bajos, altas velocidades, menos conflictos por maniobras de giro y menos conflictos con peatones. El tránsito de las calles urbanas, típicamente se caracteriza por velocidades relativamente bajas, rangos más amplios en los volúmenes de tránsito, carriles más angostos, intersecciones frecuentes, actividad peatonal significativa y más obstáculos a los lados de la vía. Los trabajos de construcción, mantenimiento y de reparación de infraestructura de servicios públicos son más numerosos y variados.

Por otra parte, las operaciones de manejo de incidentes o emergencias en carreteras rurales y urbanas son diversos. Incluyen la respuesta a incendios, accidentes de tránsito, vehículos con desperfectos mecánicos, tendido eléctrico caído sobre la vía, derrames de productos peligrosos, bloqueos por manifestaciones de protesta, etc.. La atención a estas situaciones a menudo debe llevarse a cabo bajo condiciones pobres de iluminación o mal tiempo o en medio de congestión de tránsito. En caso de incidentes que afectan la integridad o seguridad de la población vecina, también deberán utilizarse las Señales Informativas de Defensa Civil y Emergencias, prescritas en el Manual mencionado.

Las carreteras de acceso restringido presentan problemas que ameritan un esfuerzo especial de parte de los administradores, supervisores y las cuadrillas de trabajo.

Tanto la alta velocidad como los volúmenes altos pueden ser anticipados. Los flujos de hora pico normalmente restringen el trabajo a períodos relativamente cortos durante las horas del día. Las dificultades asociadas con la realización de trabajo en carriles que sirven altos volúmenes de tránsito en algunos casos hace necesario que se programen los trabajos de construcción o mantenimiento durante la noche.

GEOAMBIENTE S.A.

Aunque el trabajo nocturno evita los flujos de la hora punta, significa un aumento en los problemas asociados con la demarcación y dispositivos de prevención a ubicar en el sitio de trabajo.

Es esencial que la preocupación por la seguridad del tránsito y los trabajadores, y el movimiento eficiente de la corriente de tránsito sea un elemento integral de cada zona de trabajo de control de tránsito, desde la planificación hasta la conclusión de la actividad de trabajo. Simultáneamente, los controles seleccionados deberán permitir una realización rápida y eficiente de los trabajos de reparación, mantenimiento o construcción que se realicen sobre la vía, sin detrimento de las actividades conexas que tienen lugar en ella.

La planificación del control de tránsito en áreas de trabajo durante las primeras etapas del proyecto, así como la implantación y la vigilancia de estos controles durante la construcción, son muy importantes. Para facilitar la planificación adecuada, los planos, especificaciones y cantidades de cada proyecto deberían incluir una previsión razonable del plan de control que permita mover el tránsito a través o alrededor de la zona de construcción, en forma tal que garantice la seguridad de los viajeros, los peatones y los trabajadores. Este plan de control de tránsito deberá incluir, pero no deberá limitarse a, tales ítems como señalización vertical; aplicación y remoción de demarcación de pavimento; construcción; programación; métodos y dispositivos para canalización y delinear; colocación y mantenimiento de los dispositivos; iluminación de la vía; regulaciones de tránsito; y supervisión e inspección.

La alta visibilidad de los colores anaranjado fluorescente provee un margen adicional de seguridad al producir un alto impacto visual en las áreas peligrosas. Por lo tanto, donde se especifique el uso de color anaranjado para el control de tránsito en zonas de trabajo, es aceptable utilizar materiales que sean de color rojo-anaranjado fluorescente o amarillo-anaranjado. Las señales de prevención desarrolladas exclusivamente para el manejo de incidentes deberán tener el anaranjado como color de fondo. Otras señales de prevención utilizadas en estas operaciones también deberán tener fondo anaranjado.

GEOAMBIENTE S.A.

Principios Fundamentales:

Toda la señalización y los dispositivos de control temporal del tránsito utilizados durante la ejecución de reparación de servicios públicos (tuberías y cables de electricidad y teléfonos, tuberías y conductos de agua potable, aguas pluviales y aguas de desecho y otra infraestructura instalada en el derecho de vía); trabajos de construcción y mantenimiento en calles y carreteras; y las operaciones necesarias para atender incidentes y emergencias ocurridas en la vía (accidentes de tránsito, derrame de productos peligrosos, inflamables o explosivos, manifestaciones y bloqueos de protesta, etc.) deberán cumplir con las especificaciones y normas establecidas en el Manual aplicable de la Sieca.

La preparación de planes especiales y coordinación con las autoridades y concesionarios del transporte público, en especial de la modalidad autobús, así como con otros entes públicos, como la policía, unidades de emergencias, escuelas, etc., pueden requerirse para reducir situaciones inesperadas e inusuales para la operación del tránsito.

Durante la realización de actividades de control de tránsito, los vehículos comerciales podrían necesitar de rutas diferentes a las de los automóviles debido a restricciones geométricas, de peso, claro vertical o capacidad estructural de los puentes. También los vehículos que transporten materiales peligrosos pueden requerir de rutas distintas a las de los otros vehículos.

La siguiente lista presenta los principios y procedimientos que la experiencia ha demostrado que tienden a mejorar la seguridad de los automovilistas y trabajadores en la cercanía de las áreas de control temporal de tránsito. Estos principios y procedimientos constituyen una guía filosófica para que los ingenieros de tránsito logren un adecuado control en las zonas de trabajo sobre la vía. Estos principios no establecen justificaciones ni estándares específicos, los cuales se definen más adelante.

1.- La seguridad del tránsito en las áreas de control temporal de tránsito debe ser un elemento integral y de alta prioridad para todos los proyectos de planificación, diseño y construcción. De forma similar, los trabajos de mantenimiento

GEOAMBIENTE S.A.

y reparación de servicios públicos deben ser planeados y conducidos tomando en cuenta la seguridad de los automovilistas, los peatones y trabajadores en todo momento. La formulación de planes específicos para la administración de incidentes de control del tránsito es difícil debido a la variedad de situaciones que se pueden presentar. No obstante, los planes deben ser desarrollados con suficiente detalle para proveer seguridad a los automovilistas, peatones y trabajadores, policías y personal y equipo de atención a emergencias. Se deberá tener en consideración que:

A. Los principios básicos de seguridad que gobiernan el diseño de carreteras también deberán gobernar el diseño de las zonas temporales de control de tránsito. La meta deberá ser el dirigir el tránsito a través de tales áreas usando geometría y dispositivos para el control de tránsito comparables con aquellos que se utilizan para situaciones normales.

B. El plan de control del tránsito, con el detalle apropiado acorde con la complejidad del trabajo o el incidente, debe ser preparado y entendido por todas las partes responsables antes que el sitio sea ocupado. Cualquier cambio en el plan de control del tránsito deberá ser aprobado por un funcionario capacitado en las practicas de seguridad del control de tránsito.

2.- La fluidez del tránsito deberá ser inhibida o restringida lo menos que sea posible.

Se deberá tener en cuenta que:

A. El control del tránsito en sitios de trabajo e incidentes debe ser diseñado suponiendo que los conductores puedan reducir sus velocidades sólo si ellos pueden percibir una necesidad clara de hacerlo. Las zonas para reducción de velocidad deberán ser evitadas tanto como sea práctico.

B. Cambios frecuentes y abruptos en la geometría, tales como estrechamiento de carriles, carriles suspendidos, o transiciones de vías principales que requieren maniobras rápidas, deberán ser evitados.

C. Deberán elaborarse previsiones para una operación segura de los vehículos utilizados en la administración de zonas de

GEOAMBIENTE S.A.

trabajo o incidentes, particularmente en carreteras de alta velocidad, o de gran volumen.

D. La ocupación de la vía y el tiempo para completar los trabajos deberán ser minimizados para reducir la exposición de peligros potenciales.

E. Los peatones deberán contar con accesos y pasadizos seguros a través de las zonas de control temporal de tránsito en todo momento.

F. La ocupación de la vía deberá ser programada fuera de las horas pico y, si es necesario, se deberá considerar la posibilidad de realizar los trabajos durante la noche.

3.- Los conductores y los peatones deberán ser guiados de una forma clara mientras se aproximen y atraviesen una zona de control temporal de tránsito. Se deberá tener en consideración que:

A. Una adecuada prevención, delineamiento y canalización por medio de una demarcación apropiada en el pavimento, señales verticales o el uso de otros dispositivos que sean efectivos bajo condiciones variables de iluminación y clima, deberán ser provistas donde se considere necesario para asegurar al conductor y al peatón una guía precisa antes de aproximarse y mientras pasan a través del área de trabajo.

B. Deberán removerse las señales, demarcaciones en el pavimento, dispositivos de canalización, delineadores y otros dispositivos de control del tránsito, que sean inconsistentes con las rutas de viaje previstas a través de la zona de trabajo cuando las obras sean de larga duración. En zonas de trabajo móviles o de corta duración el énfasis deberá estar en los dispositivos que resaltan las rutas apropiadas, y no es indispensable remover los dispositivos permanentes que sean inconsistentes con los dispositivos de control temporal.

C. Los procedimientos de abanderamiento, cuando se utilicen, pueden servir de guía precisa a los conductores que atraviesen el área de control temporal de tránsito. El abanderamiento se deberá emplear sólo cuando todos los otros métodos de control de tránsito sean inadecuados para prevenir y dirigir a los conductores.

GEOAMBIENTE S.A.

4. Para garantizar niveles aceptables de operación, deberá realizarse una inspección rutinaria de los elementos que integran el sistema de control del tránsito. Se deberá tener en cuenta que:

A. Las personas que han sido capacitadas en los principios de seguridad del control de tránsito se les deberá asignar la responsabilidad por la seguridad de las zonas de trabajo. El deber más importante de éstos individuos es asegurarse de que todas las medidas implantadas para el control del tránsito en el proyecto son necesarias, que cumplan lo establecido en plan de control del tránsito, y que sean efectivas para brindar condiciones seguras para los automovilistas, peatones y trabajadores.

B. La modificación de los controles de tránsito o de las condiciones de trabajo pueden ser requeridas para facilitar el movimiento seguro y expedito del tránsito, o para promover la seguridad de los trabajadores. Es esencial que las personas responsables de la seguridad tengan la autoridad para controlar el progreso del trabajo en un proyecto con respecto a la existencia de condiciones seguras, incluyendo la autoridad para modificar las condiciones o de detener el trabajo hasta que se apliquen o mejoren las medidas de seguridad.

C. Las áreas de control temporal de tránsito deberán ser monitoreadas con cuidado bajo condiciones variables de volumen de tránsito, iluminación y clima, para asegurar que las medidas de control de tránsito estén operando efectivamente y que todos los dispositivos empleados sean claramente visibles, estén limpios y en buen estado.

D. Cuando se justifique, deberá realizarse un análisis de ingeniería con la cooperación de las Autoridades Competentes, de todos los accidentes que ocurran en las zonas de control temporal de tránsito. Las zonas de control temporal de tránsito y los registros de accidentes deben ser monitoreados para identificar y analizar los accidentes o los conflictos y casi-accidentes que se presenten. Por ejemplo, marcas de patinaje debido a frenado repentino o dispositivos de control de tránsito dañados pueden indicar la necesidad de cambios en el control del tránsito.

GEOAMBIENTE S.A.

E. Todos los dispositivos del control del tránsito deberán ser removidos cuando ya no se ocupen. Cuando el trabajo sea suspendido por pequeños periodos, las señales de prevención colocadas antes del sitio de trabajo y que ya no son apropiadas, deberán ser removidas, cubiertas, o giradas hacia atrás. Asimismo, otros dispositivos que resulten inapropiados deben ser removidos del área de trabajo de manera que no sean visibles a los conductores.

5. Debido al incremento potencial de los riesgos o peligros, para mantener la seguridad a los lados de la vía es necesario prestar atención a estas áreas durante el tiempo que permanezca la zona de control temporal de tránsito. Se deberá tener en consideración que:

A. Para prevenir incidentes debidos a vehículos que se salen sin control de la vía, vehículos inhabilitados por desperfectos mecánicos o situaciones de emergencia, es deseable proveer un espacio libre al lado de la vía que sirva como área de recuperación.

B. La canalización del tránsito deberá ser realizada mediante demarcación del pavimento, colocación de señales, o dispositivos especiales de canalización livianos que no ofrezcan resistencia cuando sean golpeados por vehículos que pierdan el control de su dirección.

C. Siempre que sea práctico, los vehículos propiedad de los trabajadores, el equipo de construcción, los materiales y los escombros deberán ser colocados o apilados de tal forma que no estén expuestos al impacto de los vehículos que pudieran salirse de la carretera sin control.

D. Las rutas de paso de los peatones a través de las zonas de control temporal de tránsito deberán estar protegidas para minimizar la exposición de los peatones a los vehículos que se puedan salir sin control de la carretera.

6. Cada persona cuyos actos afecten la seguridad de la zona de control temporal de tránsito, desde el nivel superior gerencial hasta el personal de campo, deberá recibir capacitación apropiada según las decisiones de trabajo que cada uno debe tomar. Sólo aquellos quienes han sido capacitados debidamente en las prácticas de seguridad del control de tránsito, y quienes tengan un entendimiento básico

GEOAMBIENTE S.A.

de los principios y regulaciones establecidas por los estándares, normas y procedimientos aplicables prescritos, deberán ser responsables de supervisar la selección, ubicación y mantenimiento de los dispositivos del control de tránsito requeridos en áreas de trabajo y de atención de incidentes viales.

7. El control del tránsito a través de las áreas de trabajo es una parte esencial de la construcción y mantenimiento de las calles y carreteras, lo mismo que de las obras de reparación y mantenimiento de infraestructura de servicios públicos.

8. Mantener buenas relaciones públicas es necesario. La cooperación de los medios informativos para dar a conocer las razones y la existencia de las zonas de trabajo pueden ser de gran ayuda para mantener al público automovilista bien informado. De todas formas, para realizar trabajos de larga duración o que afecten vías clave en la fluidez del sistema vial, es deseable publicar campos pagados en los medios, en especial los escritos, con el propósito de divulgar con anticipación y en forma extensa la realización de dichas obras.

Elementos del Control Temporal de Tránsito.⁴

Planos de Control de Tránsito

Los Planos de Control de Tránsito (PCT) juegan un papel fundamental para garantizar la continuidad del flujo de tránsito, tanto en forma segura como eficiente, hasta el punto donde las interrupciones obligadas lo permiten. Aquellos aspectos que no puedan ser especificados en los planos del proyecto pueden ser incorporados dentro del PCT como Especificaciones Especiales.

Un PCT describe los controles de tránsito que deberán usarse para facilitar el tránsito de vehículos y peatones a través de una zona de control temporal del tránsito. El plano puede variar en alcance, desde muy detallado hasta simplemente hacer referencia a diagramas típicos contenidos en este Manual u otros documentos contractuales. El grado de detalle en el PCT depende por completo de la complejidad de la situación y los PCT serán preparados por personas con

⁴ En Anexos al Tomo II se pueden observar figuras de posibles elementos de señalización.

GEOAMBIENTE S.A.

conocimiento de los principios fundamentales del control temporal de tránsito y las actividades de trabajo a realizar.

La planificación del control de tránsito requiere previsión. En los documentos de diseño se incorporarán las medidas desarrollar planos de control de tránsito alternativos, los cuales pueden ser utilizados sólo si el ente responsable determina que son tan buenos o mejores que los establecidos en los documentos y especificaciones de licitación.

Para proyectos de construcción se debe planificar la selección del mejor control de tránsito antes de ocupar la zona de trabajo para que haya coordinación entre proyectos y entre instituciones para asegurarse de que no existe duplicidad en el señalamiento, así como para garantizar la compatibilidad del control de tránsito entre proyectos adyacentes.

Puede ser necesario modificar los PCT debido a una variación de las condiciones o porque se determinó una mejor forma de manejar el tránsito con seguridad y eficiencia, permitiendo un avance eficiente de las obras.

Definición de los Componentes de las Zonas de Control Temporal de Tránsito

La zona de control temporal de tránsito incluyen la sección completa de carretera entre la primer señal de prevención hasta el último dispositivo de control de tránsito, donde el tránsito retoma a sus condiciones normales. La mayoría de las zonas de control temporal de tránsito pueden ser divididas en cuatro áreas: el área de prevención, el área de transición, el área de actividad, y el área de finalización.

Componentes de una Zona de Control Temporal de Tránsito

Los cuatro componentes que constituyen una zona de control temporal de tránsito se describen a continuación, en el mismo orden en que le aparecen a los conductores que atraviesan por una zona de trabajo:

GEOAMBIENTE S.A.

Área de Prevención:

En el área de prevención, los conductores son informados de lo que les espera. La prevención anticipada puede variar de una simple señal o luz intermitente sobre un vehículo hasta una serie de señales colocadas con anticipación de la zona de control temporal de tránsito. En autopistas y vías rápidas, donde las velocidades generalmente son de 70 km/h o más altas, las señales pueden ser ubicadas entre 150 m a 400 m. antes de la zona de control temporal de tránsito. La verdadera prueba de lo adecuado que resulta el espaciamiento entre señales consiste en evaluar cuanto tiempo requiere el conductor para percibir y reaccionar ante la condición que se le presentará adelante. La velocidad de operación, la condición del camino y las expectativas del conductor deberán ser consideradas con el propósito de determinar una distancia práctica de separación del señalamiento. Como guía, el Cuadro 6.1, deberá usarse en conjunto con las condiciones reales o anticipadas del sitio. La ubicación efectiva de señales de prevención en zonas urbanas o rurales deberá regirse por los siguientes principios:

1. Zonas Urbanas

El espaciamiento entre las señales de prevención que se colocan antes del área de transición normalmente varían de 0,75 a 1,5 veces la velocidad (km/h) en metros, con el valor más alto del rango siendo el escogido cuando las velocidades son relativamente altas. La selección del límite superior tiene que hacerse porque si se usa cualquier velocidad inferior a 80 km/h se obtiene una distancia menor de 60 metros. Por ejemplo, a 50 km/h el espaciamiento mínimo de 0,75 veces la velocidad sería 37 metros. Cuando dos o más señales de prevención son empleadas en calles de alta velocidad, como en el caso de arterias principales, el área de prevención deberá extenderse a una distancia mayor (ver Cuadro 6.3).

2. Zonas Rurales

Las vías rurales se caracterizan por sus altas velocidades. El espaciamiento para la colocación de señales de prevención deberá ser mayor, variando desde 1.5 hasta 2.3 veces la velocidad (km/h) en metros. Normalmente se utilizan dos o más

GEOAMBIENTE S.A.

señales de prevención colocadas en forma anticipada bajo estas condiciones, el área de prevención deberá extenderse 500 metros o más en condiciones de carretera abierta (ver Cuadro 6.3).

El área de prevención normalmente no se requiere cuando el área de trabajo está lo suficientemente separada de la trayectoria de los vehículos, y por lo tanto no existe interferencia con el tránsito.

Área de Transición

Cuando se requiere redireccionar la trayectoria normal de los vehículos, el tránsito deberá ser canalizado desde su trayectoria normal hasta una nueva trayectoria. Este redireccionamiento debe estar al principio del área de transición. En operaciones móviles, esta área de transición se mueve con la zona de trabajo. El acomodo de áreas de transición generalmente implica el uso estratégico de disminuciones graduales del carril.

Área de Actividad

El área de actividad es la zona de la vía donde tiene lugar la ejecución de las obras. Se compone de la zona de trabajo y el área para el tránsito y puede contener uno o más espacios de amortiguamiento.

1. Zona de Trabajo:

La zona de trabajo es la parte de la vía cerrada al tránsito y asignada para los materiales el equipo y los trabajadores. La zona de trabajo puede ser fija o puede moverse en función del avance del trabajo. Las zonas de trabajo de obras de larga duración están delineadas por dispositivos de canalización o protegidas por barreras físicas para excluir el tránsito vehicular y peatonal.

2. Área para el Tránsito.

El área para el tránsito es la parte del camino en la cual el flujo vehicular es encaminado a través del área de actividad.

GEOAMBIENTE S.A.

3. Espacio de Amortiguamiento.

El espacio de amortiguamiento es una parte opcional del área de actividad que permite separar el flujo vehicular de la zona de trabajo o un área potencialmente peligrosa, y que también sirve como espacio de recuperación para cualquier vehículo que se salga de la vía sin control. Ninguna actividad de trabajo ni el almacenamiento de equipo, vehículos o materiales debe tener lugar en este espacio. Los espacios de amortiguamiento pueden ser longitudinales o laterales con respecto a la dirección de avance de la comente de tránsito.

Espacio de Amortiguamiento Longitudinal

El espacio de amortiguamiento longitudinal puede ser colocado en la parte inicial del carril cerrado, antes de la zona de trabajo. Cuando se coloca un vehículo de protección antes de la zona de trabajo, sólo el área aguas arriba del vehículo constituye un espacio de amortiguamiento.

El espacio de amortiguamiento longitudinal, deberá ser utilizado donde el carril cerrado separa las corrientes de tránsito opuestas. Típicamente, se forma como una isla divisoria y está definido por los dispositivos de canalización. En el Cuadro 6.1 se presenta una guía para definir la longitud de los espacios de amortiguamiento longitudinales.

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro 6.1 Guía para definir, la longitud de espacios de amortiguamiento longitudinales			
Velocidad (km/h)	Longitud (m)	Velocidad (km/h)	Longitud (m)
30	10	70	65
40	15	80	85
50	25	90	100
55	35	95	125
65	50	105	150

Nota: El valor de la velocidad corresponde al límite establecido o a la velocidad del percentil 85, fuera de la hora pico, antes de que se inicien los trabajos.

Espacio de Amortiguamiento Lateral

Un espacio de amortiguamiento lateral puede ser utilizado para separar el área del tránsito de la zona de trabajo. También puede servir para separar un área potencialmente peligrosa, tal como una excavación o tramos sin pavimento. El espacio de amortiguamiento lateral también puede ser utilizado entre dos carriles, particularmente cuando por ellos viajan corrientes opuestas. El ancho del espacio del amortiguamiento lateral deberá ser determinado mediante criterio ingenieril.

Espacio de Almacenamiento de Vehículos de atención de incidentes.

Cuando los trabajos tienen lugar en una carretera congestionada de alto volumen, dentro del área urbana, opcionalmente se pueden reservar espacios para almacenar vehículos de emergencia (por ejemplo, ambulancias o grúas para el traslado de vehículos con desperfectos mecánicos) para responder rápidamente a los incidentes que tengan lugar. El espacio de almacenamiento normalmente se establece al principio del final del área de actividades o en ambos extremos. El área de almacenamiento de vehículos de

GEOAMBIENTE S.A.

emergencia no deberá extenderse hasta ningún punto del espacio de amortiguamiento.

Área de Finalización.

El área de finalización se utiliza para devolver al tránsito a su trayectoria normal. El área de finalización se extiende desde el extremo aguas abajo de la zona de trabajo hasta la señal de "FINAL DE CONSTRUCCIÓN", o de "FINAL DE TRABAJOS EN LA VÍA", si se instala cualquiera de estas señales informativas. Las condiciones pueden ser tales que instalar la señal "FINAL DE TRABAJOS EN LA VÍA" no sea útil. Por ejemplo, la señal "FINAL DE TRABAJOS EN LA VÍA" no deberá utilizarse si existe otra zona de control temporal de tránsito a menos de 1.5 km del final de la zona de trabajo, en áreas rurales, o a menor de 400 m en áreas urbanas. Para operaciones normales de mantenimiento en horas del día la señal "FINAL DE TRABAJOS EN LA VÍA" es opcional.

Disminución Gradual de Carriles ("Tapers")

Un elemento importante de las zonas de control temporal de tránsito es la disminución gradual de los carriles o "taper". Esta disminución gradual de la calzada puede ser utilizada tanto en las áreas de transición como las de finalización. Los "tapers" se crean utilizando una serie de dispositivos de canalización o marcas en el pavimento colocados de tal forma que permiten desviar el tránsito fuera de o hacia su trayectoria normal. Cuando se requiera utilizar un "taper" cerca de rampas de intercambios, cruces de caminos, curvas horizontales u otros sitios críticos, puede ser deseable *ajustar* la longitud de esta reducción.

Los "taper" más largos no necesariamente son mejores que los más cortos, en particular en las áreas urbanas donde hay cuadrantes cortos y entradas a garajes y estacionamientos. Ello obedece a que los "taper" más extendidos tienden a provocar lentitud en la maniobra y a producir demoras innecesarias en los cambios de carril.

Para probar la longitud del "taper" que realmente se requiere se deberán hacer observaciones del comportamiento de los conductores después de que se ejecuten los planos de control de tránsito.

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro 6.2 Longitud de las reducciones graduales de carril o "tapers" para zonas de control temporal de tránsito	
Tipo de "taper"	Longitud del "taper"
Aguas arriba	
Transición de convergencia	L mínimo
Transición de cambio	1/2 L mínimo
Transición de espaldón	1/3 de L mínimo
Transición para vías de dos carriles con doble sentido	30 m máximo
Aguas abajo (opcional)	30 m mínimo
Fórmulas para L*	
Velocidad	Fórmula
65 km/h o menos	$L = (W * S^2) / 154$
70 km/h o mayor	$L = (W * S) / 1.6$
*L = Longitud del "taper" en metros W = Ancho del desplazamiento en metros S = Velocidad límite o velocidad del percentil 85 antes de que comiencen los trabajos	

En el Cuadro 6.2 se presentan las longitudes recomendadas para la disminución gradual de carriles. La separación máxima entre los dispositivos que conforman un "taper" es una distancia equivalente a 1/5 de la velocidad en km/h, expresada en metros.

Por ejemplo una vía con velocidad de 80 km/h deberá tener los dispositivos espaciados a 15 metros.

En la Figura 6.7 se presentan las disminuciones graduales que se utilizan para carreteras de dos carriles con doble.

GEOAMBIENTE S.A.

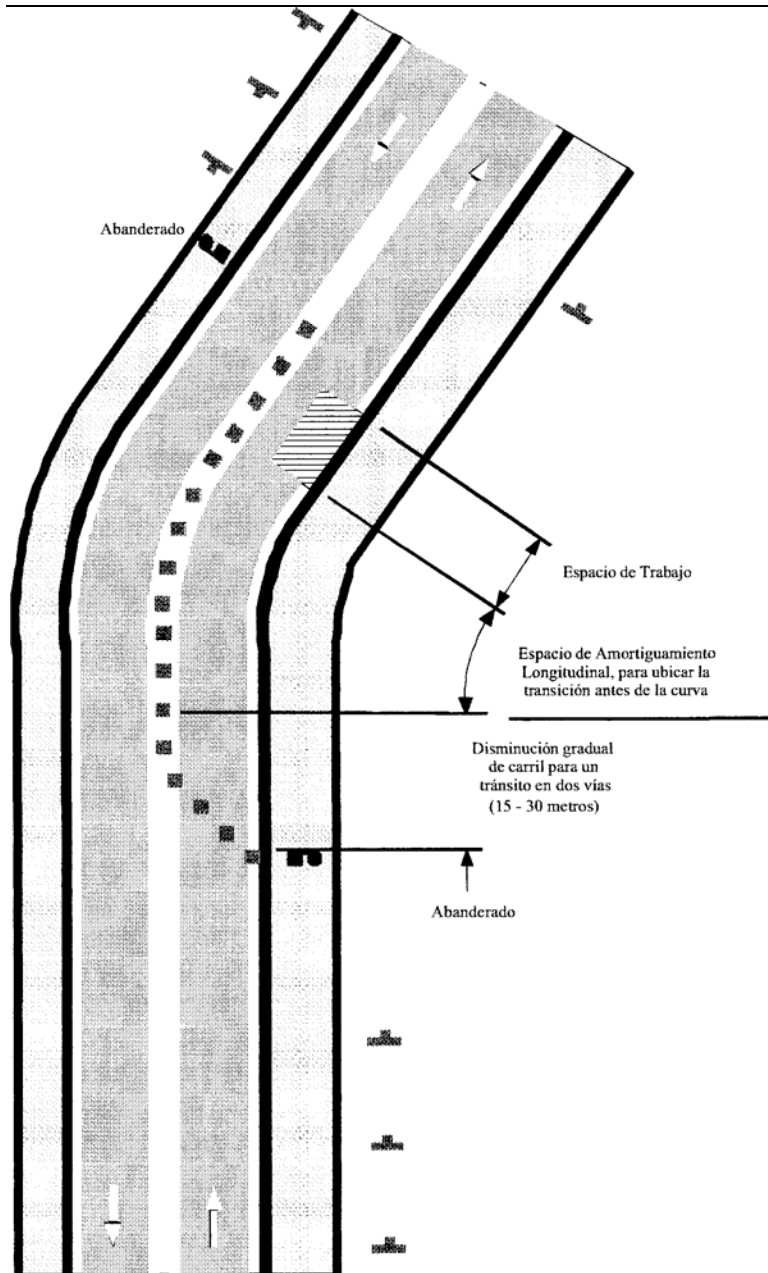


Figura 6.7

A. *Disminución gradual para la convergencia*

Quando dos carriles convergen, la disminución gradual del carril requiere distancias más largas porque los conductores deben converger al carril adyacente manteniendo su velocidad de aproximación. El "taper" deberá ser suficientemente largo para permitir a los conductores que convergen el ajuste de sus velocidades y convergir a un solo carril antes del final de la transición. Para autopistas, carreteras rápidas y otras con

GEOAMBIENTE S.A.

velocidades superiores a 70 km/h la longitud mínima de la disminución gradual para la convergencia deberá ser calculado con la fórmula $L = (W * S) / 1.6$. Para calles residenciales urbanas y otras con velocidades inferiores a 70 km/h, se deberá usar la fórmula $L = (W * S^2) / 154$. En ambas fórmulas L es la longitud del "taper", en metros y W es el desplazamiento lateral del tránsito debido al carril total o parcialmente cerrado (en metros) y S es la velocidad límite vigente (en km/h) o la velocidad del percentil 85 fuera del período pico con anterioridad al inicio de los trabajos,. La fórmula $L = (W * S^2) / 154$ se utiliza para velocidades inferiores a 70 km/h porque el tránsito más lento puede converger en forma segura en una distancia más corta.

B. Disminución gradual desplazada

Se utiliza un "taper" desplazado cuando no se requiere convergencia pero se necesita un desplazamiento lateral. Se ha encontrado que aproximadamente un medio de L es adecuado. Cuando hay más espacio disponible, puede ser beneficioso utilizar distancias más largas. La guía para cambios en alineamiento también se puede conseguir por medio de curvas horizontales diseñadas para las velocidades normales de la carretera.

C. Disminución gradual en el espaldón

Una disminución gradual en el espaldón puede ser beneficiosa en vías de alta velocidad con espaldones mejorados que pueden ser confundidos con carriles normales (cuando el trabajo tiene lugar en el área del espaldón). Si se utilizan, las disminuciones graduales en el espaldón antes del área de trabajo deben tener una longitud de alrededor de un tercio de L. Si el espaldón se utiliza como carril normal se debe utilizar un "taper" desplazado o de convergencia. En la Figura 6.6 se presenta un ejemplo de transición en el espaldón.

D. Transición desplazada aguas abajo

La dotación de un "taper" aguas abajo puede ser útil en el área de finalización de los trabajos, para proveer una pista visual a los conductores de que el acceso al carril original está de nuevo permitido. Cuando se utiliza un "taper" aguas abajo deberá tener una longitud mínima de 30 metros por carril, con dispositivos colocados a intervalos de 6 metros. En la Figura 6.6 se presenta un ejemplo de un "taper" aguas abajo.

GEOAMBIENTE S.A.

E. Reducciones en carreteras de dos carriles con doble sentido

El "taper" de un carril en vías de doble sentido se utiliza con anticipación del área de trabajo que ocupa parte de la calzada de una carretera de dos carriles, de tal forma que una parte del camino se utiliza en forma alterna por el tránsito en cada dirección. Típicamente, el paso del tránsito se controla con un semáforo temporal o con abanderados. Una disminución gradual de carril corta, con una longitud máxima de 30 metros, con dispositivos colocados a intervalos de 6 metros, deberán ser utilizados para guiar el tránsito en el tramo que solo tiene una vía. Un ejemplo de este tipo de "taper" se presenta en la Figura 6.7

Desvíos o Apartaderos.

En los desvíos o apartaderos, el tránsito es dirigido hacia otra vía para evitar el paso por la zona temporal de trabajo. Los desvíos deberán ser señalizados con claridad sobre toda su longitud, de tal forma que los automovilistas puedan determinar con facilidad como regresar al camino original. En los apartaderos, el tránsito es dirigido hacia una calzada temporal construida en o cerca del derecho de vía, tales como islas medianeras o carriles desplazados.

Control de tránsito en un carril en carreteras de dos carriles con doble sentido.

En los sitios donde el tránsito en ambas direcciones deberá utilizar un solo carril en una distancia limitada, se deben tomar provisiones para alternar el movimiento del tránsito en un sentido a través de la sección restringida. Se debe utilizar algún medio de coordinación de los movimientos en cada extremo, para evitar conflictos y colisiones de frente, y para minimizarlas demoras. Los puntos de control a cada extremo deberán ser escogidos de modo que faciliten el paso de corrientes opuestas de vehículos. Cuando la obstrucción es puntual, sin embargo, el movimiento se debe regular por si solo, pero es conveniente colocar una señal de CEDA, para establecer legalmente quien tiene el derecho de paso. Es importante destacar que la experiencia, de previo a la publicación de este Manual, mostró que esta situación fue uno de los aspectos más descuidados en el control temporal, pese a lo peligroso que resulta la circulación en doble sentido por un solo carril.

El control de tránsito alterno en una sola vía se puede conseguir por medio de abanderados, una bandera flotante en

GEOAMBIENTE S.A.

vehículo particular u oficial, un vehículo piloto o guía, semáforos, o utilizando el control de una señal de ALTO o CEDA. En esta sección se discute cada una de estas técnicas de control de tránsito. En la

En esta sección se presentan los requisitos que deben cumplir los abanderados.

A. Métodos de abanderamiento.

Cuando una zona de control de una vía es lo suficientemente corta para permitir la visibilidad entre ambos extremos, el tránsito puede ser controlado ya sea por un solo abanderado o por un abanderado en cada extremo de la sección. Cuando se utiliza sólo un abanderado, la persona deberá colocarse en el espaldón opuesto a la obstrucción o zona de trabajo, o en una posición donde se pueda mantener la buena visibilidad y el control del tránsito en todo momento. Cuando estos dos objetivos no se pueden lograr con un solo abanderado, se deberá controlar el tránsito con un abanderado en cada extremo de la sección y uno de ellos deberá ser designado como coordinador. Los abanderados deberán ser capaces de comunicarse verbalmente o por medio de señales. Estas señales no deberán ser confundidas con comunicación formal mediante alfabeto según las posiciones de la bandera. El uso de radios puede ser deseable aún cuando exista contacto visual.

B. Método de transferencia de la bandera.

Cuando una ruta está bien definida, el método de traslado e intercambio de la bandera resulta efectivo. Se deberá ampliar sólo cuando el tránsito en un sentido está confinado a un tramo relativamente corto, por lo general no más de 1.5 km de longitud.

Este método consiste en el siguiente procedimiento. Al conductor del último vehículo que entra en la sección de una vía se le da una bandera roja (u otro distintivo similar) y se le instruye para que la entregue al abanderado en el otro extremo. Cuando ese abanderado recibe la bandera, se sabe que es seguro permitir al tránsito moverse en la otra dirección. La bandera de transferencia deberá estar siempre limpia y seca. Una variación de este método consiste en el uso de un vehículo oficial que siempre sigue al último vehículo entrando en la sección de control. El uso de un vehículo oficial elimina la posibilidad de pérdida de la bandera.

GEOAMBIENTE S.A.

C. Método del vehículo piloto o guía.

El método consiste en el uso de un vehículo piloto para guiar una fila de vehículos a través de un desvío o una zona de control temporal compleja. La operación deberá ser coordinada con abanderados u otra forma de control en cada extremo del tramo de una vía. El vehículo piloto deberá tener el nombre del contratista o de la autoridad a cargo de los trabajos desplegado en forma prominente. La señal de "SIGA AL VEHÍCULO GUIA", deberá montarse en una ubicación visible en la parte trasera del vehículo. En caso de desvíos complejos se pueden utilizar dos o más vehículos pilotos para guiar al tránsito a través de la sección.

D. Método del semáforo temporal.

Para el control de los movimientos de tránsito en zonas temporales de trabajo también se pueden utilizar semáforos. Este tipo de dispositivos también deberá utilizarse en la reconstrucción de puentes en carreteras de volumen bajo a moderado. Las aplicaciones típicas incluye intersecciones en calles o carreteras con caminos de acarreo o cruces de equipo que obliguen a alternar el tránsito en una sola dirección.

E. Método de control con ALTO o CEDA.

Una señal de ALTO o CEDA puede ser instalada en caminos de dos carriles de bajo volumen donde un lado de la calzada está cerrado y el otro lado debe servir a ambas direcciones. El lado que está cerrado debe ceder o detenerse ante la presencia de tránsito en el lado que está abierto. La aproximación del camino hacia el lado que no está cerrado debe ser visible (por una distancia igual a la distancia de visibilidad de pasada segura) al conductor que debe ceder o parar.

Consideraciones para el Transporte Público

Las provisiones necesarias para garantizar una continuidad efectiva de los servicios de transporte público, en particular modalidad autobús, deben ser incorporadas en el proceso de planeamiento de las zonas de control temporal de tránsito. A menudo, los autobuses no pueden ser eficientemente desviados en la misma forma que otros vehículos, particularmente en proyectos de mantenimiento de corta duración. Cuando existan rutas de autobuses, el plan de control debe considerar aspectos como las paradas de buses temporales, las áreas de espera de los usuarios y las zonas de estacionamiento temporal de los autobuses al final de la ruta.

GEOAMBIENTE S.A.

Seguridad de los Trabajadores
y Peatones Consideraciones
Peatonales

Hay tres aspectos fundamentales que deben ser considerados en la planificación de la seguridad de los peatones en las zonas de trabajo temporal:

- * Los peatones no deberán dirigirse hacia conflictos directos con las operaciones, equipo o los vehículos de trabajo.
- Los peatones no deberán ser dirigidos hacia conflictos con el tránsito principal que se mueve a través o alrededor del sitio de trabajo.
- # Los peatones deben contar con pasos o senderos seguros y convenientes que reproduzcan hasta donde se pueda las características de las aceras.



Figura 6.8

Para satisfacer las necesidades de los peatones en sitios de trabajo, siempre se deberá recordar que el tipo de peatón esperado es muy amplio, incluyendo ciegos, sordos y aquellos con discapacidades para caminar. Todos los peatones necesitan protección de cualquier peligro potencial y un paso o sendero para caminar claramente delineado y libre de escombros. En la Figura 6.8 anterior se ilustra el tipo de protección requerida cuando se cierra una acera.

Por lo tanto, se deberá hacer todo lo posible para separar los movimientos peatonales tanto de la actividad del sitio de trabajo como del tránsito adyacente. Siempre que sea posible, se deberá usar señalamiento vertical para dirigir a los peatones hacia cruces de calles seguros en anticipación a la zona de control temporal de tránsito. Las señales deberán ser colocadas en las intersecciones de tal modo que los peatones, en especial en áreas urbanas y suburbanas con altos volúmenes de tránsito, no tengan que enfrentar sitios de trabajo a mitad de cuadra que los induzca a rodear la zona de trabajo o a realizar un cruce a media cuadra- Debe reconocerse que es poco probable que los peatones se devuelvan hacia la esquina para realizar un cruce seguro. En consecuencia es de importancia

GEOAMBIENTE S.A.

crítica que a los peatones se les notifique con mucha anticipación de los cierres temporales de aceras. En las figuras 6.9 y 6.10 se muestra el uso típico de dispositivos de control de tránsito y técnicas para regular el movimiento de peatones a través de áreas de trabajo.

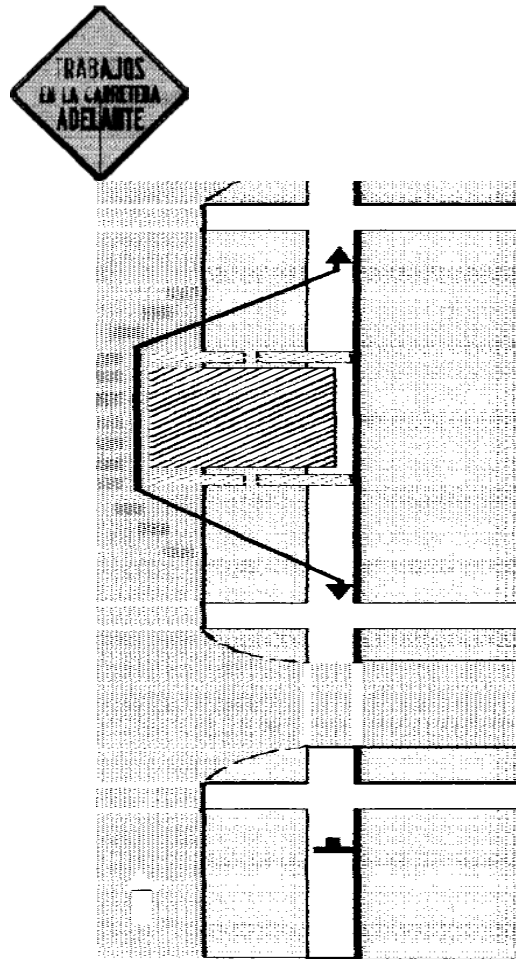


figura 6.9
Configuración
típica de
cierre de
acera

GEOAMBIENTE S.A.

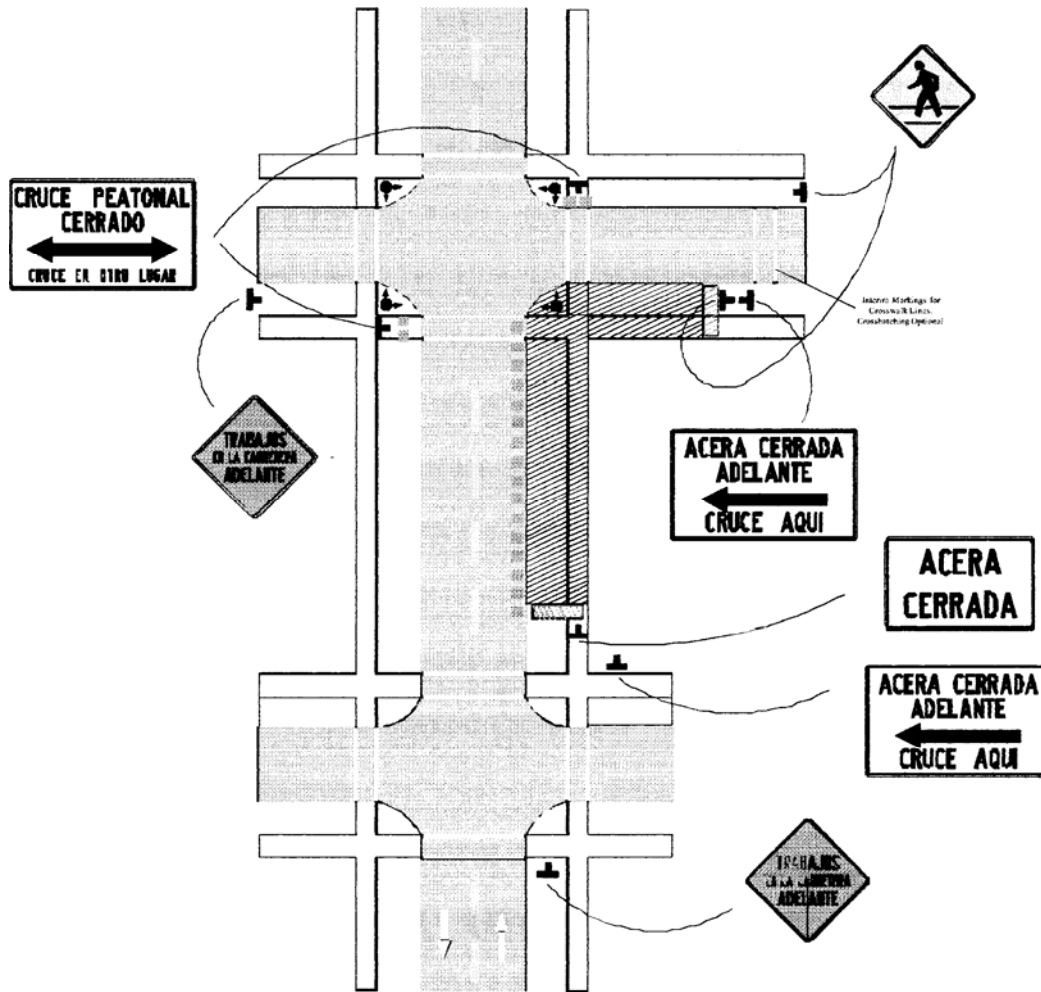


Figura 6.10
Configuración Típica de Cierre Temporal de Cruces Peadonales y de Desvíos para Peadones

Cuando el movimiento de peatones a través o alrededor de áreas de trabajo es ineludible, la meta del ingeniero deberá ser la provisión de un paso o sendero seguro y separado, sin cambios abruptos en pendiente o terreno. El uso atinado de dispositivos de prevención y control puede ser útil para ciertas situaciones en áreas de trabajo difíciles. Estas incluyen cintas para guiar el paso, señales de mensaje variable, faros de luces intermitentes para identificar el peligro, banderas y luces de prevención. Se pueden utilizar dispositivos para llamar la atención que activan señales auditivas que previenen a los conductores de la existencia de un vehículo fuera de control que se aproxima. También, y siempre y cuando sea factible, el cierre total del área de trabajo al paso de peatones es preferible a la canalización del tránsito

GEOAMBIENTE S.A.

peatonal a través del área de trabajo con sólo dispositivos tales como conos, marcadores tubulares, barricadas o estañones.

Si la probabilidad de que un vehículo colisione es baja, es aceptable colocar cadenas u otro tipo de barrera adecuada, colocada a cierta distancia del tránsito vehicular. Las barreras sólidas hechas de "plywood", sin embargo, pueden crear restricciones a la distancia de visibilidad en las zonas de acceso del área de trabajo o en las intersecciones. Se deberá tener cuidado de no crear áreas de barreras que son vulnerables a astillarse o fragmentarse cuando sean impactadas por un vehículo fuera de control. De manera similar, los dispositivos de control temporal de tránsito utilizados para delinear un paso o sendero peatonal deberán ser livianos, y cuando sean golpeados deben minimizar la amenaza que representa este dispositivo para los peatones, trabajadores y el vehículo que lo colisiona. Sólo se debe colocar el lastre necesario para dar estabilidad al dispositivo y se deberán utilizar materiales livianos.

El movimiento de equipo y vehículos de trabajo a través de los pasos o senderos designados para uso peatonal deberá minimizarse, y cuando sea necesario, deberá ser controlado por medio de abanderados o dispositivos de control temporal de tránsito. Los cortes en el terreno a través de los pasos o senderos peatonales deberán mantenerse al mínimo, porque a menudo crean cambios inaceptables en la pendiente, rugosidad o embarrialan el terreno. No se puede esperar que los peatones atraviesen estas áreas voluntariamente, y más bien existirá una tendencia a evitar los cortes en el terreno mediante el cruce en sitios menos seguros.

En áreas de trabajo de duración prolongada, en especial en áreas urbanas con altos volúmenes peatonales, y donde la caída de escombros es una preocupación (por la existencia de andamios o estructuras elevadas), se necesita utilizar pasos o senderos cubiertos con toldos. Estos pasos cubiertos deberán tener una construcción resistente y estar adecuadamente iluminados para uso nocturno.

En los lugares donde se considere que los peatones son muy vulnerables al impacto de vehículos fuera de control, todos los senderos o pasos peatonales deberán estar separados y protegidos por sistemas de barreras longitudinales. Donde resulte evidente la necesidad de una barrera, la misma deberá tener suficiente resistencia y las características de baja deflexión tales que garanticen que los vehículos no invadan el espacio designado para los peatones. Adicionalmente, se debe evitar el uso de sistemas

GEOAMBIENTE S.A.

longitudinales de protección, tales como barreras de concreto, cortos o no continuos debido a que anulan las capacidades previstas en el diseño para contener y redireccionar los vehículos, de tal forma que se aumenta la posibilidad de daños y heridas serias tanto a los peatones como a los ocupantes del vehículo. Todos los extremos de la barrera longitudinal que se ubiquen aguas arriba deberán estar adecuadamente protegidos con atenuadores de impacto, debidamente instalados y con mantenimiento apropiado. En el caso de las barreras de concreto en particular, es muy importante asegurarse que los segmentos adyacentes están unidos adecuadamente con el propósito de lograr la resistencia requerida para que el sistema funcione adecuadamente.

Mediante estudios y la experiencia práctica se ha determinado que los cordones de la acera no son suficientes para evitar que los vehículos invadan las aceras. Como consecuencia los cordones normales no son sustitutos de las barreras longitudinales cuya necesidad es evidente. De igual forma, las barandas de madera colocadas por el contratista, las mallas metálicas y otros sistemas similares colocados para separar a los peatones del flujo vehicular no son sustitutos aceptables de las barreras longitudinales antichoque. Cuando son golpeados estos elementos son peligrosos para los ocupantes del vehículo, los trabajadores y los peatones. Si existe una alta probabilidad de que los vehículos incursionen dentro del espacio peatonal, se deberá aplicar criterio ingenieril para definir si deben usarse barreras o es más conveniente redireccionar a los peatones por otro sitio. Normalmente los dispositivos de control de tránsito estándar permiten delinear en forma satisfactoria un sendero peatonal, pero estos dispositivos no son infalibles debido a los espacios que quedan entre ellos. Para desincentivar el uso de estos espacios por parte de los peatones o cualquier movimiento fuera de los pasos o sendas designados, se deberán utilizar mecates, cintas de plástico o cadenas colocadas entre los dispositivos.

Para determinar el alcance de las necesidades de los peatones se debe aplicar buen criterio ingenieril en cada situación. Las decisiones del ingeniero a cargo del control de tránsito en la zona temporal de trabajo deben reflejar consistencia y un sentido de seguridad hacia los peatones que caminan a través de la zona de trabajo, ya que una canalización sin ambigüedades permite mantener a los peatones dentro de las trayectorias de paso deseadas.

GEOAMBIENTE S.A.

Consideraciones de Seguridad para los Trabajadores.

La seguridad de los trabajadores que realizan las distintas tareas dentro del área de trabajo es de igual importancia que la seguridad del público que atraviesa dicha área. Las áreas de trabajo presentan condiciones temporales que cambian constantemente y que son inesperadas para el viajero. Además, estas condiciones del área de trabajo casi siempre presentan situaciones que resultan confusas para el conductor. Por ese motivo se crea un grado de vulnerabilidad aún mayor para el personal en o cerca de la vía.

Si se siguen los Principios Fundamentales descritos en la Sección 6.2 se proveerá un grado de control y se lograrán condiciones de operación de tránsito que garantizan condiciones seguras para el trabajador. Resulta de particular importancia mantener las áreas de trabajo con las restricciones mínimas que sea posible, por medio de dispositivos de control de tránsito estandarizados y que operen con claridad, de modo que llamen la atención de los conductores y dirijan el tránsito en forma efectiva.⁵

A continuación se presentan elementos clave de la administración de control de tránsito que deberán ser considerados en cualquier procedimiento para garantizar la seguridad del trabajador:

- **Adiestramiento** - Todos los trabajadores deberán recibir adiestramiento sobre como trabajar cerca del tránsito de tal forma que se minimice su vulnerabilidad. Además, los trabajadores con responsabilidad de control de tránsito específica deberán ser capacitados en técnicas de control de tránsito y colocación y uso de dispositivos.
- **Vestuario de trabajo** - Los trabajadores expuestos al tránsito deberían vestir con colores brillantes, altamente visibles, similares a los que deberán utilizar los abanderados. Como mínimo, los trabajadores deberán usar chalecos retroreflectivos de seguridad, preferiblemente de color amarillo, anaranjado, amarillo limón fuerte, plateado o blanco retroreflectivo de alta intensidad, o una combinación de estos colores.
- **Barreras** - Las barreras deberán ser colocadas a lo largo de los espacios de trabajo, dependiendo de factores como claro lateral entre los trabajadores y el tránsito adyacente, velocidad del tránsito, duración de las operaciones, hora del día y volumen de tránsito.
- **Reducción de velocidad**- En situaciones altamente vulnerables, se deberá dar consideración a la reducción de

⁵ Ver figuras en Anexos.

GEOAMBIENTE S.A.

la velocidad del tránsito a través de señales reglamentarias que definan una zona de velocidad reducida; la disminución gradual del ancho de los carriles (efecto de túnel); regulación de la policía de tránsito; o uso de abanderados.

- **Control de la Policía de Tránsito** - En situaciones de trabajo altamente vulnerables, en particular aquellas de relativa corta duración, el emplazamiento de unidades policiales resalta la atención de los usuarios y es muy probable que cause una reducción en la velocidad de marcha.
- **Iluminación** - Para trabajos nocturnos la iluminación de las aproximaciones y el área de trabajo permite al conductor una mejor comprensión de las restricciones que se han impuesto. Se debe tener cuidado para asegurar que la iluminación no cause deslumbramiento.
- **Dispositivos especiales** - El uso discrecional de dispositivos de control y prevención especiales puede ser útil para ciertas situaciones difíciles. Estos incluyen trepidadores o reductores de velocidad de superficie rugosa, señales con mensaje variable, faros luminosos de identificación de peligro, banderas y luces preventivas. Se pueden utilizar dispositivos de prevención auditivos que se activen automáticamente cuando se aproxime un vehículo fuera de control. El uso exagerado o mal uso de los dispositivos y técnicas especiales puede reducir en forma significativa la efectividad de tales dispositivos.
 - **Información al público** - El comportamiento de los conductores en las zonas de trabajo puede ser mejorado a través de información previamente difundida al público por los medios de comunicación.

GEOAMBIENTE S.A.

K. Programa de manejo de sitios de botaderos.

El programa de manejo de sitios de botaderos será elaborado en forma definitiva cuando se hayan ubicado tales sitios. Para dicha localización se contará con la participación de la Regencia Ambiental del proyecto, así como del hidrogeólogo y demás profesionales de la Concesionaria, y será hecho del conocimiento del MOPT, que deberá de previo a su uso, aprobar los sitios.

La información que se brinde comprenderá la ubicación y características del o los sitios, y las medidas de protección de suelos, aguas y personas que deberán adoptarse. Será presentado ante Setena una vez concluido y aprobado por el MOPT, como un addendum al presente estudio.

Se estudiarán los sitios de botadero, con al menos las siguientes características:

Botaderos, ubicación	Características	% de susceptibilidad
B1.	Suelo Agua Topografía Flora Seguridad	
B2.	Suelo Agua Flora Topografía Seguridad	
B3.	Suelo Agua Topografía Flora Seguridad	

Para la disposición de sobrantes de tierras, escombros, material de desmonte, se realizarán las siguientes acciones y medidas de protección y seguridad:

GEOAMBIENTE S.A.

Cuadro de acciones en sitios de botadero:

Para la protección de:	Medidas, acciones.
Ambiente natural.	Disponer los sitios a más de 100 metros del eje de la carretera cuando éstos sea posible, en depresiones naturales fuera de áreas de protección de ríos o quebradas.
Seguridad humana	Disponer de caminos internos y accesos al sitio con buena visibilidad. Control de velocidad de vagonetas. Poner avisos en la entrada al sitio. Capacitar al personal. Exigir el uso de equipo protector (guantes, fajas, anteojos, zapatos adecuados).
Suelos	Conformar los rellenos distribuyendo los materiales uniformemente, en capas horizontales y compactando el suelo o materiales de manera que la superficie final sea de suave ondulación y estable, para evitar la erosión.
Aguas.	Programar los rellenos, de manera que al finalizar el uso del sitio el área tenga drenaje suficiente, sin acumulación o empozamiento de aguas.
Flora, fauna.	Evitar la afectación de la flora en lo posible; no afectar la fauna silvestre.

GEOAMBIENTE S.A.

K. Plan de Adquisición del Derecho de Vía y Plan Preliminar de Reasentamientos.

Antecedentes

Es realmente poca la información técnica disponible sobre los estudios preliminares realizados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, en lo que concierne a materia socioeconómica. Para efectos de este estudio se trabajó con unos planos digitalizados en los que se indica de manera gráfica los lugares aproximados donde se realizarán las ampliaciones de las carreteras y construcciones de los intercambios y otras obras del proyecto. Se indica en un el Contrato que la Administración Concedente deberá realizar un total de 285 expropiaciones en un plazo límite de doce meses.

Resultados de la Observación y las Entrevistas

A lo largo del tramo estudiado desde el cruce de la Radial Santa Ana - Belén hasta Río Segundo, se realizó una consulta con una muestra de personas comunitarias o encargadas de negocios ubicados en ambos costados de la carretera. De estas entrevistas se obtuvieron los siguientes resultados:

Desplazamientos de Viviendas:

De acuerdo con los informantes, a excepción del caso presente en el cruce, donde se inicia el tramo de construcción de carretera, no hay registro de casas de habitación ubicadas en el derecho de vía, ni de desplazamientos significativos de grupos comunales que generen un problemática social.

En lo que se pudo observar del futuro recorrido de la carretera, a diferencia de otras zonas agrícolas e industriales, en esta hay poca presencia de centros de población, pues en buena medida los trabajadores de las empresas locales vienen de localidades como Santa Ana centro, San Antonio de Belén, San Rafael de Alajuela y pequeñas barriadas de la zona de Pozos y Ojo de Agua.

GEOAMBIENTE S.A.

Expropiaciones de Zona Comercial

Existe conocimiento generalizado de que se realizaron o se realizarán expropiaciones con el fin de ampliar la carretera.

Prácticamente todos consideran haber realizado o estar realizando obras dentro de los terrenos que son propiedad privada.

Como señala el estudio de las condiciones del ambiente humano, en AP y AID no existen familias que deberán ser reubicadas por motivo del Proyecto.

Proceso Adquisición de Derecho de Vía

La aplicación de este plan por parte de la Concesionaria, sólo toma en consideración aquellos casos en los que la invasión del derecho de vía, se haya ejecutado antes de enero del 2004.

Las gestiones de expropiación o compensación son responsabilidad del Estado. Sin embargo, atendiendo las responsabilidades propias, la Concesionaria propone:

- Colaborar, mediante el Plan de Gestión Comunitaria, y la información brindada en el mismo y en este estudio, para asegurar a las personas que deban ser desplazadas, a obtener la asistencia necesaria.
- Colaborar con el Estado en el monitoreo de las acciones que se lleven a cabo para identificar si las familias que deban desplazarse concurren con la reubicación, o deban ser desplazadas forzosamente.

Las personas afectadas deberán conocer las alternativas a que tienen derecho; deberán recibir el pago por la expropiación de sus fincas, conforme con el procedimiento de expropiación que indica la Ley de Expropiaciones, la cual requiere una valoración oficial de los bienes a expropiar.

Por otro lado se ha creado una Unidad de Expropiaciones del CNC, adscrita a la Asesoría Jurídica y Expropiaciones de ese Concejo, que llevará el control de las actividades que se realicen.

En relación con la adquisición de derechos de vía, dependiendo de las circunstancias, tres son las posibles consecuencias que pueden generar otros subprocesos:

GEOAMBIENTE S.A.

1. Adquisición por compra: donde el propietario está dispuesto a abandonar el sitio y está de acuerdo con el avalúo.
2. Adquisición por medio de expropiación: donde el propietario no acepta el avalúo o no tiene voluntad de abandonar el lugar.
3. Recuperación del derecho de vía, que por medio de la indemnización restituye el valor de los activos. Este subproceso se aplicará sólo cuando sea absolutamente necesario, por efecto del diseño final del proyecto.

A. CRONOGRAMA OFICIAL PARA EL PROCESO DE EXPROPIACIÓN Y COMPRA

Contratación Elaboración Planos (CONAVI)

Aprobación Junta Directiva CONAVI
Preparación contrato
Firma de Contrato
Refrendo Contrato
Orden de Inicio

Elaboración de Planos de Expropiación

Planos generados/Semana
Planos acumulados

Catastro de planos

Ingreso Catastro
Inventario Catastro
Salida Catastro

GESTORÍA VIAL

Gestoría Vial (verificación de campo)
Formalizar Expediente Administrativo
Confección de Declaratoria de Interés Público (DIP)
Firma de la DIP por el Ministro y Presidente de la República
Remitir al Despacho de Ministro DIP Casa Presidencial
Publicación de la DIP en La Gaceta Despacho Ministro
Notificar Propietario DIP Terrenos
Notificar al Registro Público Inmovilización Propiedad.
Realizar y remitir el avalúo a Terrenos. Depto Avalúos
Notificar avalúo al propietario Terrenos

A.1 Trámites a Seguir Cuando el Propietario Si Acepta el Avalúo (compra)

- o Analizar si existe gravamen
- o Orden de pago a CONAVI o Fideicomiso y Remitir expediente a Legal Terrenos
- o Depositar monto en cuenta de Juzgado
- o Remitir expediente a Notaria del Estado, para confeccionar escritura de traspaso
- o Citar al propietario para firma de la escritura
- o Firmar escritura y ejecución de pago
- o Tomar posesión del inmueble

GEOAMBIENTE S.A.

- o Inscribir la propiedad a nombre del Estado

A.2 Trámites a Seguir cuando el Propietario No Acepta el Avalúo (expropiación)

- o Analizar si existe gravamen
- o Confección y remisión a Ministro Acuerdo Expropiación Legal
- o Firmar Acuerdo de Expropiación Presidente Casa Presidencial
- o Publicación Acuerdo Expropiación en La Gaceta CNC
- o Orden de pago a CONAVI o Fideicomiso y Remitir expediente a Legal Terrenos
- o Depositar monto en cuenta de Juzgado CONAVI
- o Remisión Expedientes a la Procuraduría Legal
- o Asignar Procurador PGR
- o Revisar expediente y redactar demanda de expropiación
- o Solicitar entrada en posesión
- o Notificar al propietario la resolución Juzgado
- o Fijar fecha para reconocimiento judicial y notifica a las partes
- o Realizar el reconocimiento judicial (y entrada en posesión) Juzgado - CNC
- o Resolver si otorga o no entrada en posesión Juzgado
- o Si acepta entrada en posesión comunica al propietario y tiene dos meses para desocupar
- o Si se opone a la entrada en posesión Propietario
- o Resolver oposición de la entrada en posesión Juzgado
- o Remitir expediente a Notaria del Estado, para confeccionar escritura de traspaso
- o Citar al propietario para firma de la escritura
- o Firmar escritura
- o Tomar posesión del inmueble
- o Inscribir la propiedad a nombre del Estado

B. CRONOGRAMA OFICIAL PARA EL PROCESO DE INDEMNIZACIÓN (reubicación, indemnización por ubicación temporal y otros)

Demarcación de del derecho de vía en los planos referenciales

Estudio de Derecho de Vía Adquirido

Verificación del derecho de vía adquirido en los expedientes administrativos y en los planos referenciales.

Verificación e identificación en campo de la situación del derecho de vía invadido.

Definición y priorización de las propiedades invadidas a recuperar

Estudio legal de las propiedades invadidas, de interés.

GEOAMBIENTE S.A.

Levantamiento del plano y de las mejoras realizadas

Elaboración de planos e identificación de mejoras realizadas al sitio.

Elaboración del avalúo de las mejoras (indemnizaciones)

Proceso de recuperación y su seguimiento.

Elaboración del documento legal a remitir a a la Procuraduría General de la República, para efectos de la recuperación del terreno.

Tomo de posesión.

Avance en el procedimiento de Adquisición del Derecho de Vía:

Según la información preliminar suministrada por la Administración, para esta radial, se tiene contemplado 25 sitios de expropiación. La empresa Valdesol, adjudicada en febrero último, cuenta con 120 días de plazo de ejecución de la topografía, planimetría y catastro de los planos de las fincas faltantes de ese requisito legal. Habiendo sido publicada la adjudicación el 8 de marzo, corre a partir de la orden de inicio.

Plan Preliminar de Reasentamientos.

Definición y Alcance

Se refiere a los desplazamientos físicos involuntario de personas, generados por el desarrollo de un proyecto determinado.

Objetivo

Minimizar las alteraciones perjudiciales en el modo de vida de las personas que viven en la zona de influencia del proyecto.

Principios

1. Evitar o reducir al mínimo la necesidad de reasentamiento involuntario.
2. Asegurar que las personas afectadas sean indemnizadas y rehabilitadas de manera equitativa y adecuada.

Para el caso estudiado que es el tramo de la Radial entre Belén y Río Segundo, no existen desplazamiento de personas o poblaciones productos de expropiaciones voluntarias o involuntarias, por lo que se puede aplicar lo que señala el BID al respecto:

GEOAMBIENTE S.A.

Cuando el número de personas que haya que reasentar sea pequeño (determinación que depende del marco de referencia concreto y del grado de desmantelamiento que represente para la comunidad), el grupo afectado no sea vulnerable y la titulación de los activos afectados sea clara, o el entorno institucional y el mercado ofrezcan oportunidades razonables para la sustitución de los activos o ingresos, y los factores intangibles no sean importantes, puede ser innecesaria la preparación de un plan de reasentamiento. En esos casos, se podrá tratar la reubicación por medio de disposiciones contractuales acordadas mutuamente antes de que avance el proyecto.

Es necesario, por lo tanto, iniciar o completar los procesos de expropiación e indemnización de las propiedades afectadas, la gran mayoría de carácter comercial o industrial, de la zona, estableciendo, con base en la legislación nacional y los reglamentos correspondientes, las disposiciones contractuales necesarias para evitar conflictos sociales.

GEOAMBIENTE S.A.

K. Plan de arborización.



Elaborado por:

Ing. Ricardo Gamboa M.
Regente Forestal CIA 4429
Regente Ambiental SETENA 071-2000

Heredia, mayo 2005.

1.0 INTRODUCCIÓN

El Proyecto de la construcción de la Radial San Antonio - Río Segundo, tramo nuevo entre San Antonio de Belén y Río Segundo de Alajuela, es parte del proyecto de Concesión de Obra Pública del Consejo nacional de Concesiones (CNC) del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), "CORREDOR SAN JOSÉ - SAN RAMÓN".

El tramo San Antonio de Belén - Río Segundo de Alajuela tiene una longitud de alrededor de 2.5 kilómetros, desde el cruce de San Antonio de Belén (Panasonic) hasta la Autopista General Cañas en Río Segundo de Alajuela.

Dentro de las actividades propias de la construcción de la superficie de rodamiento, se dará la eliminación de la vegetación existente dentro del derecho de vía, para lo cual se debe, y como parte de las medidas de reposición o compensación, establecer un plan de rearborización de estas áreas y otras; el plan contempla no solo la siembra de árboles, sino también, la siembra de plantas y arbustos.

GEOAMBIENTE S.A.

A continuación se presenta en este documento, el plan de arborización para la construcción del tramo San Antonio de Belén - Río Segundo de Alajuela

2.0 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO:

2.1 Nombre Del Plan de Arborización: "Plan de Arborización para el fortalecimiento, embellecimiento y rearborización, del área del Derecho de Vía en construcción de tramo nuevo de la Radial Santa Ana - San Antonio de Belén, entre San Antonio de Belén y Río Segundo de Alajuela".

2.2 Nombre del ente ejecutor: AUTOPISTAS DEL VALLE S.A.

2.3 Área a arborizar: Amplitud de áreas verdes restantes en Derecho de Vía.

2.4 Ubicación administrativa del proyecto: Provincia; Heredia, Alajuela. Cantones: Belén (Heredia) y Río segundo (Alajuela).

Distritos: San Antonio, Río Segundo.

Otras señas: Inicio en Panasonic San Antonio de Belén y finaliza en Autopista General Cañas en Río Segundo de Alajuela.

2.5 Ubicación geográfica, proyección Costa Rica Transversal Mercator (CRTM):

Inicia	concluye
Coordenadas horizontales: 1103030	1105470
Coordenadas verticales: 478200	479100

Hoja cartográfica escala 1: 25000

VALLE DE SOL 3345-I-NW

3.0 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

Este plan de arborización se propone para mitigar los efectos que causará la construcción del nuevo tramo de carretera, así mismo fortalecer las áreas de zonas de protección por ríos y quebradas en una zona de alrededor de 100 metros de longitud transversalmente y a ambos lados del derecho de vía de la carretera.

Pretendemos mediante esta rearborización, sembrar árboles de especies que no solo sirvan para reponer la vegetación

GEOAMBIENTE S.A.

perdida y brindar belleza escénica al lugar, sino también incorporar frutos que sirvan de alimento para la fauna que existe y la que se pueda adaptar a las condiciones del sitio y establecer barreras verdes contra ruidos.

La Concesionaria pretende sembrar árboles, plantas y arbustos en toda el área donde físicamente sea posible su incorporación, tanto dentro del derecho de vía como en las zonas de áreas de protección de los ríos y quebradas existentes a lo largo de la esta vía.

Este plan de arborización, como parte del proyecto de ampliación de la Radial en la construcción del tramo nuevo, pretende, de esta forma, contribuir a la recuperación y embellecimiento de todas las áreas verdes del derecho de vía y zonas de protección de ríos y quebradas que la atraviesan.

4.0 OBJETIVOS

- Proveer de belleza escénica los márgenes del tramo nuevo de la carretera, mediante la siembra de árboles y arbustos nativos de la zona que producen floración de gran belleza.
- Proveer de vegetación arbórea y fortalecer la existente en las áreas de protección de ríos y quebradas perpendiculares al nuevo tramo, mediante la siembra de especies que produzcan frutos para la fauna y avifauna existente en el área, de esta manera crear un paso natural o mini corredor biológico para las especies de fauna que se han adaptado a las condiciones del sitio.
- Crear barreras verdes contra el ruido en aquellos sitios que así lo requiera, mediante la siembra de árboles y plantas.

5.0 ÁREA EFECTIVA A ARBORIZAR

El área efectiva tomar en cuenta para la arborización, serán las zonas verdes a lo largo del derecho de vía del nuevo tramo, partiendo del cruce a San Antonio de Belén (Panasonic), hasta la Autopista General Cañas, en Río Segundo de Alajuela. Aquellas zonas que mantengan

GEOAMBIENTE S.A.

vegetación arbórea una vez concluidas las obras de construcción de la calzada, no serán objeto de siembra de árboles, así mismo, el área de los 100 metros longitudinales de zonas de protección en las márgenes de los ríos y quebradas a lo largo de este tramo y paralelos al nuevo tramo, se sembrarán árboles solo en aquellos sitios que se encuentren desprovistos de vegetación, y las condiciones del sitio lo permitan, (especialmente la topografía).

6.0 METODOLOGÍA

En el punto anterior se mencionó que se utilizarán todas aquellas áreas donde una vez concluida las ampliaciones de la radial presenten las condiciones para el desarrollo de especies arbóreas. Es importante recalcar que no se cortará ningún árbol o planta para reponerlo por otro que se quiera sembrar; para la arborización se utilizarán todos aquellos espacios sin cobertura y donde la cobertura existente lo permita.

Una vez concluidas las obras de construcción de la vía, es necesario que los terrenos del derecho de vía que se utilizarán para la siembra de árboles, queden listos y preparados, para reforestar; ello implica, que en los sitios donde hubo movimientos de tierras, debe de haber aplicación de tierra vegetal con el fin de favorecer el establecimiento y crecimiento de los árboles.

6.1 Distancia de siembra

Se recomienda realizar la siembra de los árboles con un distanciamiento de cada cinco metros (5 m), en aquellos lugares donde se puedan establecer dos o mas filas de árboles se utilizará un cinco por cinco (5*5). Este distanciamiento se utilizará para las áreas sin cobertura, en los sitios con cobertura sólo se ubicarán árboles de acuerdo a los espacios y a las recomendaciones del Ing. Forestal, el cual girará las instrucciones para estos sitios específicos y al momento de la siembra. Para la instalación de las plantas de café el distanciamiento es de 0.60 metros en hileras y alternando con los árboles de poró.

6.2 Número de árboles a sembrar

GEOAMBIENTE S.A.

Se recomienda y con base a las condiciones planteadas, utilizar aproximadamente setecientos (700) árboles y cerca de tres mil trescientas (3300) plantas en el derecho de vía y sobre los casi 2.5 kilómetros a lo largo de la vía y en las áreas de protección de las quebradas, los árboles se dispondrán de acuerdo a las condiciones de cobertura del sitio.

6.2 Especies a sembrar

Se recomienda establecer la arborización de las áreas sobre el derecho de vía, a ambos lados de la nueva carretera, con la especie "poró gigante" (*Eritrina poeppigiana*), especie muy utilizada en el área de influencia del proyecto en cafetales, cuya floración es de gran belleza y muy funcional para establecer cortinas contra el ruido. Intercalado con los árboles de poró se podrá crear un sistema de gran belleza, con roble sabana, veraneras, siendo abril especial con la floración de los árboles de poró y en general, en verano, el roble sabana y otros, árboles frutales, por ejemplo.

Para las áreas de protección de las quebradas y ríos de influencia del proyecto, se recomienda sembrar las áreas más cercanas al agua y sin ningún patrón de siembra preestablecido, con la especie sotacaballo, (*Zygia longifolia*); especie que forma diques naturales y protege los bordes de los ríos y quebradas ya que crea raíces muy profundas. En el resto de los sitios de siembra, se recomienda sembrar en forma intercalada principalmente con las siguientes especies de árboles; mango (*manguifera indica*), guayaba, (*Psidium guajava*); güitite, (*Acnistus arborescens*) y uruca (*Trichilia havanensis*); dama (*Citharexylum spp*) e higuierón (*Ficus spp*): estas especies proveerán de frutos a las aves y animales que se encuentren en el sitio o se adapten a estas condiciones.

Todos los árboles de estas especies se sembrarán en bolsa provenientes del vivero, la altura mínima de los arbolitos al momento de la siembra no debe ser menor de 0,3 metros, y no debe de sobrepasar el 1,5 metros de altura, esto con el fin de garantizar la adaptabilidad de los individuos al sitio.

6.3 Fertilización

GEOAMBIENTE S.A.

Se debe de efectuar una fertilización al momento de siembra con un fertilizante orgánico o con fertilizante químico de fórmula 10-30-10 (N-P-K), así mismo se debe realizar dos fertilizaciones al año durante los primeros dos años de vida de la plantación, la misma se debe de realizar con fertilizante orgánico o con fertilizante químico de fórmula completa.

6.4 Mantenimiento

Una vez iniciada la siembra se recomienda efectuar limpiezas localizadas cada dos meses, durante el primer año y cada tres meses durante el segundo año. En los años siguientes efectuar cada seis meses (2/año).

6.5 Plan de prevención contra plagas.

El plan de prevención contempla vigilancia permanente contra el ataque de plagas o enfermedades que afecten a los arbolitos, para lo cual el encargado del proyecto debe referirse a este apartado, en sus informes a la autoridad o empresa respectiva. Si se detecta alguna plaga o enfermedad se debe de identificar de inmediato, para posteriormente combatirla, de lo cual se debe de informar al responsable lo antes posible.

Dentro de las medidas de seguridad para evitar el ingreso de plagas o enfermedades, se encuentra la limpieza de malezas y la fertilización, ya que una planta sana y vigorosa es menos propensa al ataque de plagas y enfermedades.

Una de las plagas que más afecta los árboles después de la siembra, es el ataque de la hormiga Zompopa, para lo cual, si se detecta el ingreso o ataque de este insecto, se debe aplicar un insecticida químico cuyo nombre comercial es *zompopex* u otro de nombre *mirex*.

6.6 Época de Siembra y Riego

Se recomienda sembrar todo tipo de árboles al inicio de las lluvias, en el mes de mayo o junio, en este caso el proyecto se debe establecer al primer inicio de las lluvias, inmediatamente después de concluidas las obras de ampliación y mejoramiento de la radial.

6.7 Resiembra

GEOAMBIENTE S.A.

De ser necesario y dependiendo de la mortalidad que se tenga, se efectuará una resiembra durante el primer año de vida de la siembra, y como alternativa todavía para el segundo año de siembra se puede efectuar otra resiembra.

7.0 RESPONSABLES

Los responsables de la reforestación será el Consorcio Adjudicatario y el responsable que se nombre para la ejecución y mantenimiento del plan de arborización, los cuales también tendrán a su cargo las labores de mantenimiento de la siembra. Cabe destacar que estas labores estarían bajo la supervisión del Ing. Forestal contratado para la ejecución del Plan.

8.0 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES (Comprende el primer año de vida de la plantación)

ACTIVIDAD	MES A REALIZARSE	FRECUENCIA
Limpieza del terreno	Mayo 2xxx	1
Hollado (huecos)	Mayo 2xxx	1
Siembra	Mayo 2xxx	1
Fertilización	Durante la siembra	C/ 2 meses
Control de plagas y enfermedades	Todo el año	permanente
Riego	-----	Época seca
Limpias	Todo el año	C/ 2 meses
Informes	Todo el año	C/ mes

La ejecución del plan de arborización es de un mes a partir de la fecha de inicio de las labores de preparación del terreno.

Para el segundo y tercer año, este será el cronograma de actividades;

ACTIVIDAD	MES A REALIZARSE	FRECUENCIA
Fertilización	Todo el año	C/ 3 meses
Control de plagas y enfermedades	Todo el año	permanente
Limpias	Todo el año	C/ 3 meses
Resiembra	Mayo año 2 y 3	1
Informes	Todo el año	C/ 2 meses

Para los años subsiguientes se mantendrán las actividades de la tabla anterior, con excepción de la fertilización que a partir del tercer año se fertilizará, solo si el regente lo recomienda, de la misma manera la resiembra en los años a partir del año 3, se efectuará solo si el regente lo solicita, las limpias se efectuarán dos veces por año (cada 6 meses).

GEOAMBIENTE S.A.

9. COSTOS GENERALES DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ARBORIZACIÓN

Los costos del Plan de arborización para el primer año, son de US \$ 6500 dólares, incluye preparación del terreno, material vegetativo, transporte, siembra, fertilizaciones, personal de campo y profesional forestal, limpias, monitoreo y control de plagas, informes de regencia.

Para el segundo y tercer año los costos son de US \$ 3000 dólares por año, incluye; limpias, resiembra, fertilización, monitoreo y control de plagas, informes.

Para los años subsiguientes el costo será de US \$ 2500 dólares por año, incluye limpias, fertilización si lo requiere, monitoreo y control de plagas, informes de regencia.

GEOAMBIENTE S.A.

Plan de manejo de Plantas de asfalto y concreto.

Los sitios de plantas para el proyecto Corredor San José - San Ramón podrán ser:⁶

- ✓ Planteles existentes, en convenio con la empresa propietaria.
- ✓ Planteles propios provisionales de la empresa concesionaria o contratista.

Los sitios existentes y en funcionamiento, al igual que las áreas propuestas para plantel provisional, reúnen o contarán con las condiciones mínimas de seguridad para el medio natural:

- ° Terrenos planos, a al menos 100 metros de cauces de río o quebrada.
- ° Se hará caño perimetral con trampa de grasa al área de planta y de carga de material.
- ° El acceso al sitio es por calle pública, con rampa ancha, buena visibilidad.
- ° Cuentan los existentes y contarán los provisionales, con seguridad (guarda), rótulo en acceso advirtiendo a los transeúntes y tránsito vial de sitio de ingreso / egreso de vehículos de carga.
- ° Para labores nocturnas, habrá iluminación suficiente, y en sitio de oficina administrativa o laboratorio, habrá extintores de fuego y equipo de comunicación.
- ° Al finalizar la vida útil de los planteles provisionales, se limpiará el sitio.

En el caso de planteles existentes:

Plantel No. 1, en funcionamiento, con dos plantas de asfalto y una de concreto, con áreas de apilamiento de material, zona de parqueo para camiones de transporte, edificio administrativo y área de Laboratorio, con un área total de 40.000 m².

Se localiza en La Uruca, costado derecho de la entrada a La Carpio.

Plantel No. 3, en funcionamiento, con una planta de concreto, área de apilamiento de material y laboratorio, con un área total de 10.000m².

Se localiza en Alajuela, 700 metros al este del Aeropuerto, detrás de Oficentro Aeropuerto.

⁶ Ver hojas de descripción y ubicación de los 6 planteles.

GEOAMBIENTE S.A.

Plantel No. 6, en funcionamiento, con una planta de asfalto, apilamientos y laboratorio. Ubicado en las instalaciones aledañas a Pocamar, Barranca, plantel de construcción MECO, con un área de 5.500 m².

Planteles a instalar:

Plantel No. 2, con una planta de asfalto y una de concreto, con áreas de apilamiento de material, y laboratorio.

La ubicación propuesta es en Barreal de Heredia, sobre Ruta 1, zona de nueva intersección a Barreal, con un área total de 7.500 m².

Plantel No. 4, a instalar, con una planta de asfalto y una de concreto, área de apilamiento de materiales y Laboratorio. Área; 7.500 m².

Se ubicará en El Coyol de Alajuela, contiguo a intersección de la línea de tren y ruta 1.

Plantel No. 5, a instalar, con una planta de asfalto y una de concreto, apilamientos de material y laboratorio. Mide 7.500 m².

Se ubicará en sitio de Tajo de agregados del Pacífico, entrada a radial de Grecia.

GEOAMBIENTE S.A.

GEOAMBIENTE S.A.

GEOAMBIENTE S.A.

GEOAMBIENTE S.A.

GEOAMBIENTE S.A.

GEOAMBIENTE S.A.

14.2. PLANES (ETAPA OPERATIVA):

A. PLAN DE TRABAJO, MANTENIMIENTO.

El plan de trabajo de etapa operativa será elaborado antes de iniciar dicha etapa, y presentado por la Concesionaria a Setena. Se adjunta un plan provisional que podrá ser modificado posteriormente, en Anexos al Tomo II.

GEOAMBIENTE S.A.

B. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL. MONITOREO.

Los objetivos del Plan de Gestión ambiental son la prevención y mitigación de impactos negativos y la minimización y control de efectos durante las etapas de construcción y operación del proyecto, así como la prevención de accidentes y daños a personas. Para ello, se establece la necesidad de contar con la jerarquización de responsabilidades, sea, indicar a quién le toca hacer qué en caso de contingencia, y cuales controles se deberán mantener a efectos de evitar que aquella ocurra.

- Jerarquización de responsabilidades en etapa Operativa:

En cuanto a la empresa Concesionaria, el Jerarca encargado de la toma de decisiones ante situaciones que así lo requieran será el Gerente de la empresa o en su ausencia, del Presidente. Los nombres y números de teléfono en que puedan ser localizados estarán a disposición de los Encargados de Seguridad y apoyo logístico, por lo que se deberá suplir a los Capataces o encargados de Campamento de un teléfono regular, o un celular o de un radio de onda corta.

Habrà, para el proyecto, un Encargado de Ambiente, que trabajará en forma estrecha con el Regente Ambiental y otro personal ejecutor de Planes.

- Ejecutor de las medidas.

La Concesionaria contará con un Encargado de Ambiente, un Regente Ambiental y encargados de la ejecución de los planes, conforme corresponde. Estos planes, contenidos en el Tomo II del estudio de impacto ambiental, forman parte del Plan de Gestión Ambiental del proyecto.

- Monitoreo.

El sistema de monitoreo de la gestión ambiental comprende dos aspectos complementarios, a) la jerarquización de responsabilidades ante emergencias que representen peligro tanto para la salud humana como para la calidad de los elementos ambientales y b) los procedimientos en casos de accidentes o acciones que provoquen o puedan provocar daño al ambiente o a las personas.

Dentro de esta última categoría se colocan los derrames de hidrocarburos, sustancias químicas, desechos,

GEOAMBIENTE S.A.

contaminación de suelos o aguas, pérdida de suelos, y otras, las cuales se estima no ocurrirán dadas las especificaciones técnicas de los materiales, construcción de instalaciones, tuberías y sistemas de drenajes, cortes y protección de suelos, adecuadas a su uso y a los controles de calidad de las instalaciones y obras que el MINAE, el MOPT, el MS y otras instituciones, además de la empresa Concesionaria, exigen. Otros daños potenciales al medio podrían ser de efectos puntuales, localizados y pasajeros, como emanaciones a la atmósfera de olores, gases, ruidos.

El monitoreo y control ambiental será constante, con revisiones, pruebas, muestreos e inspecciones según el plan de trabajo. Se harán informes a Setena con la frecuencia que esa Secretaría lo demande.

▪ Cronograma de ejecución del PGA.

Etapa	Medida ambiental	Ejecución
B. Operación		
	Instrucción trabajadores.	Inicio etapa y cuando sea necesario por cambio en planilla.
	Ejecución de plan de seguridad ciudadana (Prevención de accidentes).	Toda la etapa.
	Ejecución de plan de seguridad laboral.	Toda la etapa.
	Ejecución del plan de contingencias.	Toda la etapa
	Ejecución del plan de trabajo.	Toda la etapa.
	Ejecución del plan de gestión ambiental.	Toda la etapa.
	Monitoreo, control.	Toda la etapa.

El plan de Gestión Ambiental en etapa operativa comprende y abarcará las áreas: carretera, instalaciones y obras conexas, jardines, áreas verdes (Islas y similares) y aquellas que se mantengan para albergar equipo y materiales necesarios en labores de mantenimiento, así como oficinas.

GEOAMBIENTE S.A.

GEOAMBIENTE S.A.

C. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES.

El plan de medidas ambientales consiste en la aplicación del Plan de Gestión, en el tiempo, un flujograma de actividades de protección del entorno físico y el medio humano.

En etapa operativa:

Medidas	Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-	>
Mantenimiento de obras													>
Revegetaciones, mantenimiento jardines, áreas verdes.													>
Protección de trabajadores y usuarios.													>
Monitoreo, control.													>
Ejecución de planes de: Manejo de desechos, seguridad ciudadana, Contingencias, Medidas ambientales del PGA para esta etapa.													>

Nota: __> = Continúa todo plazo de la etapa.

El plan de medidas ambientales consiste en la aplicación del Plan de Gestión, en el tiempo, un flujograma de actividades de protección del entorno físico y el medio humano.

Para llevar a cabo la identificación de efectos potenciales, se estableció una lista orientadora de indicadores:

GEOAMBIENTE S.A.

Indicador	Efecto potencial	% de potencialidad para el proyecto.
Clima.	Modificación de canales de viento por cortes para la infraestructura y eliminación de barreras vegetales..	25
Aire.	Superficie de afectación de desmejora en la calidad por aumento en niveles sonoros superiores a 55 dB diurnos, y 35 dB nocturnos. Aumento emisiones al aire.	100
Hidrología.	Modificación de drenajes, afectación de cauces por obras.	70
Vegetación	Afectación especies endémicas o protegidas.	0
Fauna	Afectación de especies endémicas o protegidas.	0
	Efecto barrera por superficies de hábitats especiales o irremplazables afectados.	0
Paisaje	Puntos de especial interés afectados.	0
Factores socioculturales	Modificación de modos de vida tradicionales. Elementos del patrimonio cultural afectados.	0

GEOAMBIENTE S.A.

Indicador	Efecto potencial	% de potencialidad para el proyecto.
Factores socioculturales	Interferencia en condiciones de tránsito por las obras.	20
	Variación en el índice de peligrosidad en longitud de vía.	0
	Variación índice de riesgo por obras.	50
Sector primario.	Número de individuos desplazados. Expropiación de propiedades.	>10
Sector secundario	Afectación por el # de trabajadores que demandan servicios.	5

De la estimación de potencialidad de los indicadores mencionados, se establecieron medidas para la minimización de efectos en los elementos mayormente afectados.

En cuanto a la aplicación de esas medidas, se propone un cronograma como sigue:

En etapa operativa:

Medidas	Años 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11- >
Mantenimiento de obras	_____>
Revegetaciones, mantenimiento jardines, áreas verdes.	_____>
Protección de trabajadores y usuarios.	_____>
Monitoreo, control.	_____>
Ejecución de planes	_____>

Nota: __> = Continúa todo plazo de la etapa.

GEOAMBIENTE S.A.

Cronograma de monitoreo etapa de Operación

Área o elemento	Mes										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	→
Aire	///		///		///		///		///		///
Agua	///		///		///		///		///		///
Suelos	///	///	///				///				///
Fauna	///			///			///			///	
Flora	///									///	///
Ambiente humano	///		///		///		///		///		///

GEOAMBIENTE S.A.

D. PLAN DE SEGURIDAD CIUDADANA.

El plan de seguridad ciudadana tiene como ámbito la señalización de este tramo del proyecto macro del corredor San José - San Ramón, en la sección de la Radial San Antonio- Río Segundo, la iluminación, mantenimiento de servicios como teléfonos o postes de socorro, Bahías, pasos peatonales, Centros de Control, protección en sitios de obras de mantenimiento o reparación.

Implica la verificación de:

- Adecuancia de las instalaciones o de la señalización, iluminación, áreas de aproximación, y similares. Se deberá para ello, comprobar la eficacia de los sistemas, del diseño.
- Estado de operatividad de señalización y de iluminación.
- Necesidad de establecer rutas alternas durante la realización de obras de mantenimiento o reparación. Estudio, diseño, señalización de sitios de trabajos, vigilancia en rutas alternas, coordinadamente con el MOPT.

Otro tipo de acción:

- Información. A las personas usuarias de la carretera, a las instituciones correspondientes, a las Municipalidades de los cantones involucrados, se les informará sobre obras a realizar, rutas alternas, o cierre parcial de vías.
- Planeamiento de modificaciones, en caso necesario, de señalización u otro aspecto, en coordinación con el MOPT y en general, el Estado en las instituciones que compete.

La ejecución del plan en el tiempo:

Dará inicio al comenzar la etapa operativa, y será permanente durante la misma, siendo una de primeras acciones de la Concesionaria, la formación del equipo humano que atenderá el plan.

GEOAMBIENTE S.A.

Plan de seguridad ciudadana en etapa operativa.

Objetivo	Acción	Meta	Responsable	Recursos Humanos
Proteger la seguridad de las personas en área del proyecto.	Mantener en buen estado el área de rodamiento, drenajes, puentes, bahías.	Reducir la tasa de accidentes de tránsito	Concesionaria, en coordinación con el MOPT. Encargado del plan.	Equipo de vigilancia de estado de instalaciones.
	Comprobar la idoneidad de señalización, iluminación.	Facilitar la visibilidad y el orden.	Concesionaria, en coordinación con el MOPT. Encargado.	Personal de inspección y mantenimiento.
	Identificar y establecer rutas alternas en sitios de obras de mantenimiento.	Evitar accidentes en áreas de obras de mantenimiento.	Concesionaria. Encargado.	Personal técnico, operarios en sitio.
	Mantener en buen estado los teléfonos de los postes de auxilio en la ruta.	Facilitar la prestación de ayuda.	Concesionaria. Encargado. Coordinación con el ICE	Personal técnico, operarios.
	Informar.	Brindar la información necesaria a los usuarios y otros.	Concesionaria. Encargado	Personal informativo.

GEOAMBIENTE S.A.

E. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS.

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA
RESIDUOS SOLIDOS**

□ Normativa aplicable:

FECHA	DECRETO
07 julio 1989	19049 Reglamento sobre el Manejo de Basuras.
22 octubre 1993	2595-S Reglamento sobre Rellenos Sanitarios
27 mayo 1998	27001 Reglamento para el Manejo de Desechos Peligrosos Industriales
29 Junio 1998	27000 Reglamento sobre las Características y el Listado de los Desechos Peligrosos Industriales

□ SOBRE LA FUENTE GENERADORA

Las posibles fuentes generadoras de desechos sólidos serán los sitios de laboreo en acciones de mantenimiento y reparación de instalaciones, campamento, oficinas, bahías para autobuses, limpieza de vías, Centros de control, centros de pesaje.

Los tipos de desechos sólidos generados serán de los siguientes tipos:

- a. Ordinarios. Consistirán en basuras de tipo ordinarios como cáscaras de frutas o verduras, papeles, envases, sobrantes de comidas, latas y similares.
- b. Desechos especiales, que podrán ser peligrosos: desechos de desmonte, envases de pinturas u otros materiales tóxicos, bombillos o luminarias repuestas, etc.

GEOAMBIENTE S.A.

Ubicación de las fuentes:

Se considerará "fuente móvil" de desechos sólidos (material de desmonte o de remoción de obstáculos en la vía, y sobrantes de obras de reparación) al área de obras, donde se concentrará el personal para la realización de mantenimiento del tramo de carretera, y que avanzará conforme aquella lo haga.

Otro foco de generación de desechos será el área de campamento, en comedor, oficina, bodega, taller, los Centros de Control y de Pesaje, las bahías de buses, etc., en donde se generarán desechos sólidos ordinarios y especiales.

Tipo: En etapa de operación, la generación de desechos será en instalaciones conexas y en áreas de trabajos de mantenimiento, así como oficina, y campamento permanente. Serán del tipo ordinario y especial.

□ PROCESO GENERADOR:

La actividad generadora de desechos sólidos será la de mantenimiento y operación de un tramo de carretera: Santa Ana - Río Segundo.

La actividad de mantenimiento y operación de la radial generará desechos especiales y ordinarios, como se indicó anteriormente.

GEOAMBIENTE S.A.

Desechos:

Tipo	Fuente	Volumen estimado/ frecuencia	Peligrosidad
Ordinarios.	Recolección de desechos en bahías de autobuses, limpieza de vías y drenajes, campamento, sitios de obras.	Sin estimar. Diario.	No son peligrosos.
Producto del desmonte.	Orillas de la vía, áreas verdes.	Sin estimar. Semanal.	No son peligrosos.
Orgánicos.	Limpieza de vía, animales muertos.	Sin estimar. Diario.	Riesgo moderado.
Sobrantes obras de mantenimiento instalaciones.	Obras, monitoreo de estado.	Sin estimar.	Algunos podrán ser tóxicos o peligrosos.
Repuestos	Instalaciones, equipo	Sin estimar	Algunos podrían ser tóxicos.

- Horario de trabajo en áreas involucradas en la generación de residuos:
 Las labores de mantenimiento y operación se realizarán en horarios diurnos, salvo que algún tipo de emergencia demande labores en horas nocturnas.
- Manejo Interno de residuos: Adonde serán generados, almacenamiento, recolección, transporte, disposición final.

Residuo/ Generación..	Almacenamiento	Recolección, disposición.
Ordinarios. Bahías de buses, limpieza de vía, campamento, sitios de obras de mantenimiento.	Habrán recipientes para basuras en todos los sitios de generación.	Empresa privada. Rellenos sanitarios autorizados.
Producto de desmonte. A lo largo de la radial, y en áreas verdes.	Serán recolectados durante las obras de limpieza y desmonte, por la empresa que lo realiza..	Empresa que realiza el desmonte. Botadero.
Sobrantes de labores de mantenimiento.		

GEOAMBIENTE S.A.

- Recursos que serán designados al manejo interno de los residuos.

Tipo de desecho	# Personal	Recipientes (Características)	Horario	Equipo seguridad	Frecuencia
Ordinarios	2	Resistentes, tapados	Diurno	Tapabocas, guantes, fajas	Diaria
Especiales	2	Según indique el fabricante	Diurno	Fajas, guantes, tapa bocas, ojos	Diaria
Producto del desmonte	4	Cajones de camiones de transporte.	Diurno	Fajas, guantes, anteojos	Según requerida

- Tipos de residuos y sistema de recolección externa.

Tipo	Recolección externa.
Ordinario	Empresa privada
Especiales	Empresa privada, recicladora
Producto del desmonte	Empresa privada o Concesionaria

- Rutas de recolección y transporte más frecuentes. Tipo de vehículos, horarios, frecuencia, seguridad.

Ruta	Tipo vehículo	Horario	Frecuencia	Seguridad
147	Carga	Diurno	Diaria	Empresa privada
122	Carga	Diurno	Diaria	Empresa privada
111	Carga	Diurno	Diaria	Empresa privada

- Residuos reciclables.

Residuos	Fuente	Posible reutilización
Papel, cartón	Oficina, bodega. Centros de control, bahías.	Reciclaje
Envases, empaques plásticos	Taller, Bodega, campamento	Reciclaje
Latas	Campamento	Reciclaje

GEOAMBIENTE S.A.

- Actividades para el manejo Ambiental de desechos sólidos:

Actividad	Meta	Responsable	Fuente
Recolección interna	Mantener limpios los sitios de generación	Concesionaria, Encargado. Control: RAP.	Campamentos, bahías, centros de control y de pesaje
Almacenamiento temporal.	Contar con recipientes y sitios adecuados para el almacenamiento temporal.	Concesionaria. Encargado. Control: RAP	Igual anterior
Recolección externa	Adecuada disposición de desechos	Concesionaria Empresa subcontratada, o recicladora.	Igual anterior

- Ejecución del plan:

El Plan de manejo de residuos o desechos sólidos será de aplicación inmediata en etapa Operativa. Una vez establecidos *in situ* los sistemas de almacenamiento, recolección, transporte y disposición, se presentará en forma separada al Ministerio de Salud, para su aprobación, con los demás requisitos de ese Ministerio (documentación, permisos, etc.)

GEOAMBIENTE S.A.

F. PLAN DE CONTINGENCIAS. SEGURIDAD OCUPACIONAL.

▪ Introducción:

La seguridad es un proceso, y para alcanzar un proceso de administración de la seguridad de alto desempeño, una empresa debe integrar aquella en cada actividad.

Cinco son los pasos para la administración de la seguridad:

- ✓ Decidir qué debe hacerse. Las políticas y estándares determinan lo que la organización administrará. Incluye el establecimiento de metas de desempeño, e identificar fallas potenciales o riesgos.
- ✓ Capacitación. Enseñar a la gente cómo hacerlo. No solamente debe capacitarse en la tarea específica, sino habilidades para la administración de la seguridad, evitar malas prácticas que aumentan los riesgos.
- ✓ Revisiones. Monitoreo, control: Verificar qué se está haciendo. Los procedimientos de seguridad, las medidas implementadas, el equipo e instalaciones utilizadas, deben revisarse para garantizar la efectividad de los programas o planes de salud ocupacional.
- ✓ Comunicación. Recordar que hay que hacerlo. Todos los participantes deben enterarse de cambios eventuales con rapidez y precisión, y poder recomendar dichos cambios si los consideran necesarios para un mejor plan de salud ocupacional.
- ✓ Recursos. Los recursos para la implementación del plan deben preverse en los Planes y Presupuestos Operativos anuales. La Concesionaria contará con el concurso de un profesional en Seguridad e Higiene del Trabajo, encargado del presente plan.

▪ Objetivos:

Un plan de salud ocupacional tiene como objetivo anticipar la ocurrencia de lesiones o muerte de los trabajadores en el lugar de trabajo.

Debe evaluar en primera instancia la existencia de riesgo, identificar la naturaleza del peligro y la posibilidad de su ocurrencia.

Las ventajas de la evaluación de riesgos:

Identificar sitios o fuentes.

Identificar medidas preventivas.

Establecer acciones de respuesta.

GEOAMBIENTE S.A.

▪ Legislación relacionada:

Ley General de Salud.
Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo.
Ley 6727 Riesgos del Trabajo.
Reglamento de Construcciones.

▪ El medio:

Con el fin de identificar sitios de trabajo o fuentes de riesgo, se describe el medio o instalaciones en que se realizará la actividad del proyecto:

1. Oficinas.
2. Centros de Control.
3. Áreas de trabajos de mantenimiento.

Los Centros de control y centros de peaje contarán con:

Oficina.

Servicios sanitarios: lavatorios.

Sistema de aguas negras y jabonosas (tanque séptico o alcantarillado sanitario).

Sistema eléctrico de primer orden.

Equipos extintores de fuegos, del tipo requerido según área a cubrir.

Teléfono (s).

Iluminación interna y externa, natural y artificial.

Señalización en accesos, áreas de parqueo.

Ventilación adecuada al uso del área.

Seguridad (guarda).

Equipo de protección personal.

Rampas de acceso para minusválidos.

Los accesos tendrán:

Señalización en piso y vertical.

Sitios de obras de mantenimiento tendrán:

Servicios sanitarios portátiles, 1 por cada 10 operarios.

Señales para advertir a conductores de vehículos, de maquinaria o equipo, de la presencia de personas o de áreas de riesgo (cortes, taludes, material apilado, etc.).

Capataz contará con equipo de comunicación.

Personal contará con equipo de protección según las labores que realice.

GEOAMBIENTE S.A.

- Áreas de posibles riesgos; clase de riesgo:

En áreas de labores de mantenimiento de instalaciones, de área de rodamiento y edificaciones u obras conexas:

Riesgo de accidentes de tránsito.

Riesgo de inhalación de gases de sustancias químicas.

Riesgo de golpes, caídas, cortaduras.

Oficinas:

Caídas.

Riesgo por sismos.

Riesgo por incendios.

Accesos, zonas de parqueo y/o apilamiento:

Accidentes de tránsito.

Centros de Control, pesajes:

Accidentes de tránsito en aproximaciones.

Caídas.

Incendio.

Sismo.

GEOAMBIENTE S.A.

✓ **Medidas de prevención o mitigación:**

Riesgo	Medida
Cualquiera- todo tipo.	Capacitación, instrucción a los empleados. Uso del equipo de protección personal indicado para el trabajo que realiza el empleado. Mantenimiento de sistemas eléctricos. Puertas amplias, con pasamanos en caso de escalones, que faciliten la evacuación. Señalización, ventilación, iluminación, adecuadas. Mantenimiento de equipo y maquinaria. Comunicación.
Objetos extraños o sustancias ajenas en ojos.	Uso de gafas de protección. Lavatorio para ojos. Hojas de Seguridad de las sustancias químicas en idioma español, en manos de paramédicos, capataces y personal administrativo.
Quemaduras, cortaduras leves.	Personal paramédico, con elementos de primeros auxilios.
Inhalación de gases de sustancias químicas.	Conocer del manejo de las sustancias. Contar el personal paramédico con los elementos que indique el fabricante de la sustancia. Todas las Hojas de Seguridad de las sustancias químicas estarán en idioma español y en manos del personal paramédico, Administrativo y Capataces.
Caídas de alturas (puentes, pasos a desnivel)	Se usará el equipo protector, y los andamios serán revisados cuidadosamente. Se permitirá el trabajo en alturas únicamente a operarios experimentados.
Lesiones por aterramiento.	Los cortes (taludes y zanjas) estarán protegidos contra desprendimientos. Cuando se realicen trabajos, se vigilará la seguridad de los operarios.

GEOAMBIENTE S.A.

Riesgo	Medida
Lesiones por Uso de herramientas, equipo, maquinaria.	El personal utilizará el equipo protector (guantes, protectores de ojos y oídos, fajas, zapatos correctos) según lo requiera el trabajo que realice; el capataz velará junto con el responsable de la obra y el Regente Ambiental, que se cumpla este requerimiento. Se procurará que únicamente personal con conocimiento y experiencia use el equipo o maquinaria de riesgo.
Lesiones por ignorancia.	Se instruirá a los trabajadores en la práctica de seguridad y uso del equipo de protección personal.

✓ **Otros riesgos en el trabajo y medidas preventivas:**

- o Caídas. Para evitar caídas, el lugar de trabajo debe contar con áreas de tránsito de personas sin obstrucciones, libres de obstáculos. Las escaleras contarán con barandales e iluminación adecuada, natural y artificial. Los lugares para almacenamiento de materiales (bodegas) tendrán estantes seguros, de fácil acceso según peso de los materiales, con barandilla que evite la caída de objetos sobre las personas. Estarán bien iluminados y ventilados. Las sustancias o materiales químicos que requieran condiciones especiales para su almacenamiento, contarán con ellas, según las instrucciones del fabricante. Contará con rotulación de advertencia para materiales peligrosos y equipo extintor para el tipo de material.
- Lesiones musculares o de otro tipo por uso de equipo: Las sillas, mesas de trabajo, bodegas de materiales, serán de tipo ergonómico o construidas de manera que el manejo de artículos o materiales almacenados no requiera fuerza o estiramientos que puedan generar lesiones físicas. Habrá equipo de protección personal.
- Respuesta ante lesiones:
Las lesiones pueden ser leves, y este tipo es el más frecuente durante la actividad en estudio. También pueden

GEOAMBIENTE S.A.

ser severas, y éstas requieren de una respuesta eficiente:
Profesional médico, paramédico, ambulancia.

En caso de lesión leve, como cortadura o quemadura leve, la persona lesionada hará uso de las facilidades y equipamiento de la empresa:

Personal paramédico con equipamiento adecuado.

Si ocurriera una lesión severa, por caída por ejemplo, se recurrirá de inmediato a los servicios de personal paramédico y en caso necesario según la evaluación de éste, el lesionado será trasladado al Centro hospitalario más cercano; el personal contará con los seguros de riesgos que establece la legislación nacional.

GEOAMBIENTE S.A.

ANEXOS AL TOMO II.

Plan de Trabajo.

Figuras de elementos típicos de
señalización.

Plan preliminar de rutas, figuras.

Plan de Mantenimiento y Operación.