

6.0 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

La sección que presentamos a continuación contiene los aspectos relacionados con la línea base del ambiente físico para el área del proyecto. Para esta descripción se requirió tanto de información cualitativa como de datos cuantitativos; los cuales fueron obtenidos mediante la revisión de fuentes secundarias, giras de campo, toma de muestras, entrevistas, etc. Las giras de campo se llevaron a cabo al final de la temporada seca y culminaron al inicio de la temporada lluviosa, entre el 12 de abril al 20 de mayo de 2010. El nivel de detalle presentado en este Capítulo para cada uno de los elementos descritos, es acorde a la importancia que los mismos revisten en las discusiones de los impactos significativos (positivos o negativos) y a la necesidad de desarrollar las medidas preventivas o mitigantes.

Como parte de los documentos de referencia, se utilizaron algunos estudios realizados por la firma consultora, así como documentos ya existentes para el área del estudio. Entre estos figuran el Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción de la Autopista Panamá – Colón, Tramo 1 Pedernal – Qda. Ancha, el Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción de la Autopista Panamá – Colón, Tramo 2 Qda. Ancha – Nuevo Méjico, el Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación del Canal de Panamá, URS Holdings, Inc. (2007), la Propuesta para la Reubicación del Sitio de Dragado, URS Holdings, Inc. (2008), el Estudio de Impacto Ambiental del Intercambiador en Cuatro Altos, URS Holdings, Inc. (2010), Anuario Hidrológico, ACP (2000 - 2009), entre otros.

En vista del tipo, extensión y magnitud del proyecto de construcción de la Fase II Autopista Panamá-Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos, el ámbito geográfico de sus actividades sobre el entorno podría sobrepasar el área de influencia directa (AID) definida en el Capítulo 5. Por tal razón, se delimitó además un área de influencia indirecta (AII) que pudiera identificar aquellos impactos significativos (+ ó -) que afectarían a su entorno. Dicha AII, que comprende 1.0 kilómetros desde el perímetro del AID, incluye primordialmente los lugares poblados cercanos, aspectos ecológicos del área y las propiedades y estructuras presentes.

6.1 Formaciones Geológicas Regionales

Para la caracterización geológica del área del Proyecto Fase II de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos se utilizó como base el mapa Geológico de Panamá escala 1:250,000 y la Descripción del Ambiente Físico del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá – Tercer Juego de Esclusas. Además, se revisó el mapa de las concesiones mineras de la Dirección Nacional de Recursos Minerales del Ministerio de Comercio e Industrias. Se realizó un reconocimiento geológico de campo para caracterizar las principales formaciones identificadas en el alineamiento de la vía.

Toda la región donde se ubica el Proyecto Fase II de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos pertenece a formaciones de rocas sedimentarias del periodo terciario y cuaternario correspondientes al Grupo Gatún, Gatuncillo y Aguadulce. En el mapa geológico (Figura 6-1) se muestra que en el sector Atlántico las formaciones geológicas dominantes son:

- ✓ La Formación Ocú “K-CHAO” perteneciente al grupo Cghanguinola período Secundario, compuesta por Calizas y Tobas. Esta Formación se ubica en la región sur-oriental del Lago Gatún.
- ✓ La Formación Gatún “TM-GA” que a nivel regional consiste de arenisca, lutita, toba y conglomerado y cubre el área más contigua a la ribera norte del Lago Gatún;
- ✓ La Formación Río Hato “QR-Aha” compuesta de conglomerados, arenisca, lutitas, tobas y sedimentos, no diferenciados, que cubren prácticamente el final del alineamiento hacia el límite nor-oeste.

6.1.2 Unidades Geológicas Locales

Para el área de influencia del proyecto Fase II de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Qda. López – Cuatro Altos, se han identificado un total de tres (3) unidades geológicas locales, las cuales son caracterizadas a continuación (Figura 6-1):

• **Formación Ocú**

La Formación Ocú (K-CHAO) conformada por materiales volcánicos y sedimentarios de edad cretácica superior, está compuesta por sedimentos epiclásticos marinos, tales como turbiditas, calizas fosilíferas, lutitas y conglomerados volcánicos, interestratificados con andesitas e intruidos por domos volcánicos de composición dacítica, que denotan un ambiente de deposición marino somero, y que de acuerdo con Escalante (1990) podría corresponder a un ambiente de deposición de cuenca de retroarco. Se encuentra hacia el extremo este del alineamiento, entre las estaciones PK 0+000 en el AID hasta la PK 3+500 alcanzando el AII (Figura 6-1).

• **Formación Gatún**

La Formación Gatún (TM-GA) es una formación sedimentaria del Mioceno medio de la Época Terciaria. Se localiza sobre el área más contigua al Lago Gatún aproximadamente del PK 2+400 hasta la Barriada 16 de Junio (PK 11+800), subiendo por la cuenca del Río Coco Solo (Figura 6.1). Según las observaciones de campo, a través del área de influencia indirecta la formación se compone principalmente de arenisca, lutita y toba. La Formación Gatún representa la unidad estratigráfica de mayor significado a nivel regional. Estudios previos han encontrado una variedad de fósiles desde organismos microscópicos foraminíferos hasta caracoles y moluscos grandes. En la gira de campo se encontraron una gran cantidad y variedad de fósiles.

• **Formación Río Hato**

La Formación Río Hato (QR-Aha) contiene rocas sedimentarias del Cuaternario reciente, tales como: conglomerados, areniscas, lutitas, tobas, areniscas no consolidadas y pómez. La formación Río Hato localmente presenta sedimentos, no diferenciados, principalmente aluvión o relleno que cubren prácticamente toda la Bahía de Limón. En el área de influencia directa del proyecto se ubican en el sector más al norte en los alrededores de Cristobal, desde PK 11+600 al PK 12+400 (Figura 6-1).

6.1.3 Caracterización Geotécnica

En el área del Proyecto de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos predominan las rocas sedimentarias relativamente suaves: Arenisca, Lutita y Toba. Según el Estudio de Línea Base del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá –Tercer Juego de Esclusas los materiales más abundantes encontrados en el área del proyecto incluyen rocas sedimentarias débiles cuya dureza varía de muy suave a moderada (RH-1 a RH-2). Las rocas relativamente suaves (arenisca, lutita, y toba), son predominantemente de grano fino. La arenisca y la limonita, tienden a ser afectadas por el aire y las condiciones del tiempo, cuando éste último alterna de manera rápida de húmedo a seco.

Según los Estándares de Descripción de Rocas Obtenidas en Perforaciones en el Área del Canal las formaciones geológicas del área son de resistencia débil a moderada con valores de UCS entre 10 y 350 kg/cm³, y valores de PLT (Prueba de Carga Puntual) de 0.98 a 49 kg/cm³.

No se han identificado áreas de inestabilidad geotécnica dentro del AII del proyecto. La Falla más cercana, se ubica en los tramos anteriores de la Autopista Panamá – Colón Tramos 1 y 2 (EsIA Categoría III Autopista Panamá – Colón, Tramo Pedernal - Qda. Ancha y Tramo Qda. Ancha - Nuevo Méjico, URS Holdings 2007) ubicada en las coordenadas UTM 1016324 / 6478950

6.2 Geomorfología

La mayor parte del área donde se ubica el Proyecto Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos está conformada por rocas sedimentarias, valles y planicies aluviales y pequeñas deposiciones coluviales. En las cercanías del Lago Gatún, el relieve de la zona es propio de regiones bajas y planicies litorales, encontrándose también algunos cerros y colinas bajas.

La geomorfología del área es de llanuras bajas en los valles aluviales de la red hidrográfica y colinas y montañas bajas hacia las áreas de mayor elevación ascendiendo altitudinalmente hasta

montañas medias de elevaciones que no sobrepasan los 200 msnm. Las posiciones geomorfológicas dominantes son:

- **Llanuras aluviales**

Corresponden a unidades de altitud relativa de menos de 20 msnm; son áreas formadas por aluviones recientes en los cuales las pendientes varían de planas a ligeramente inclinadas. En los terrenos planos las limitaciones más severas están relacionadas con el drenaje y las inundaciones frecuentes (planicies aluviales). En el AID se ubican desde el punto PK 10+700 hasta los Cuatro Altos (PK 12+400) Los sectores que presentan mayores riesgos de inundación son Barriada Ibeorgum y Barriada Sagrada Resurrección donde ya se han dado inundaciones asociadas a tormentas de alta intensidad y duración.

- **Colinas bajas**

En este nivel altitudinal se presentan cerros y colinas bajas con pendientes de medianas a moderadamente inclinadas, buen drenaje interno y Capacidad Agroecológica V y VI. Altitud relativa de 20 a 99 msnm. En el AID se ubican principalmente en los siguientes sitios:

- PK 0+600 al PK 1+600,
- PK 3+600 al PK 4+400
- PK 5+000 al PK 6+600.

- **Cerros altos y montañas medias**

Estas áreas son muy aisladas en el área del Proyecto de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos. Se caracterizan por la presencia de cerros altos en los que el drenaje con pendientes de moderadamente inclinadas a fuertemente inclinadas. El drenaje es de bueno a excelente y los suelos tienen baja capacidad agrológica: Clase VII y VIII. En el AII se encuentran elevaciones de altitud relativa de 100 a 115 msnm. Se ubica un sector al Norte de las PK 8+200 y PK 8+400.

6.3 Caracterización del Suelo

La mayoría de los suelos de la región transístmica en la sección que atravesará la ampliación de la Autopista Panamá – Colón Tramo: Quebrada. López – Cuatro Altos, se han desarrollado a partir de un material parental de rocas sedimentarias principalmente de la Formación Gatún, Gatuncillo y Rio Hato . El régimen de precipitación media anual de más de 2,500 milímetros define niveles altos de lixiviación produciéndose suelos ácidos muy lavados generalmente pertenecientes al orden Entisol. Estos suelos no presentan una diferenciación taxonómica por lo que se consideran suelos relativamente jóvenes con poco desarrollo pedológico. En reducidas llanuras aluviales se han depositado los sedimentos erosionados en la región por lo que los suelos son un poco más fértiles y menos ácidos. La Tabla 6-1 presenta los resultados de los análisis de suelos de sitios a lo largo del área de influencia directa e indirecta de la vía.

Metodología

El estudio de suelos se inició con la información existente de la caracterización de los suelos del Plan Regional de Uso de Suelos de la Región Interoceánica de Panamá (1996) y el mapa Geológico de Panamá Escala 1:500,000. Esta información fue complementada con 5 muestreos de campo (Figura 6-6 Muestreos) de manera de realizar una caracterización y definir la capacidad de uso de los suelos del área de influencia indirecta de la autopista propuesta. Los muestreos de profundidad y toma de muestras para el laboratorio se realizaron con Barrena Holandesa. Entre los parámetros evaluados en campo se encuentran:

1. Profundidad
2. Erosión Sufrida
3. Pedregosidad
4. Inundabilidad
5. Drenaje

Las muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio para determinar las siguientes propiedades físicas y químicas de los suelos:

1. Granulometría: Arena , Limo y Arcilla (%);
2. Textura.
3. Acidez “pH”.
4. Aluminio, Calcio, Magnesio “Mg”: Mili equivalentes por cada 100 gramos.
5. Fósforo, Potasio, Hierro: Partes por millón (ppm).
6. Materia Orgánica “M. O.” (%).
7. Capacidad de Intercambio de Cationes “C.I.C.” Mili equivalentes por cada 100 gramos.

Cabe destacar que en adición a los valores registrados por el laboratorio, se utilizó la experiencia del especialista para parámetros específicos como la Materia Orgánica.

Suelos Entisoles

En general en la región de construcción de la Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López-Cuatro Altos, los suelos son predominantemente Entisoles sin un horizonte diagnóstico típico. Estos suelos fueron meteorizados a partir de rocas sedimentarias como son la Arenisca y Lutita. Debido al material parental de origen, los suelos son ácidos, con pH: en rango de 4.5 hasta 5.6 con algunos aluviales menos ácidos (Ver Tabla 6-1) donde el pH es 7.8 que se considera neutro. En general son suelos de profundidad variable y baja fertilidad, con niveles de fósforo por debajo de 0.01 partes por millón “ppm”.

Los suelos Entisoles Aluviales se encuentran en las deposiciones fluviales recientes del Río Coco Solo . Estos suelos se clasifican como Entisoles por ser suelos de llanuras aluviales muy recientes que no presentan horizontes diagnósticos. Se caracterizan por ser suelos planos, arenosos, de fertilidad medianamente baja,. Como son de reciente deposición, el proceso de lixiviación no ha sido tan fuerte, por lo que son marginalmente aceptables para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Su principal limitación es el potencial de inundabilidad, debido a que se encuentran en áreas inundables por las crecidas.

Tabla 6-1
Análisis Físicoquímico de los Suelos

Muestra	Característica	Textura	pH	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Ca+Mg	Acidez	Aluminio	M.O.
			H2O	(ppm)	(ppm)	(meq/100g)	(meq/100g)	(meq/100g)	(meq/100g)	(meq/100g)	(%)
La Granja	Entisol	Fco. Arcillo Arenoso	4.8	<0.1	165	22.00	2.42	24.42	1.4	0.1	4.1
LGSitio 2	Entisol	Fco. Arcillo Arenoso	4.5	<0.1	145	17.83	3.95	21.78	6.1	1.1	4.1
12k+00	Entisol	Fco. Arcillo Arenoso	7.8	<0.1	30.0	9.00	2.00	11.00	1.5	0.1	2.8
Qda. López	Entisol- Aluvial	Fco. Arenoso Fco. Arcillo	4.5	<0.1	175	17.83	3.95	21.78	2.0	3.5	4.1
Lago Gatún	Entisol	Arenoso	5.6	<0.1	90	2.6	1.32	3.92	1.4	0.1	3.2

Fuente: CIQSA, S.A. y Análisis del Especialista

6.3.1 Descripción del Uso del Suelo

Los usos actuales de los suelos en el área de influencia de la extensión de la Fase II Autopista Panamá- Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos, se establecieron de las imágenes actualizadas del área de influencia y del análisis del Sistema de Información Geográfico “SIG”. La distribución de los diferentes usos del suelo se presenta en la Figura 7-1. Como se puede apreciar en la Tabla 6-2, un 23.65% de los suelos en el área de influencia directa corresponden a un bosque secundario joven (rastroy) y un 25.12% corresponde a bosque secundario maduro. Las hectáreas de bosque que se eliminarán en el área de construcción de la autopista representan el cambio de uso más drástico, el cual deberá ser debidamente considerado en el análisis de los impactos ambientales del proyecto, así como de las medidas de remediación y Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 6-2
Uso Actual del Suelo en el Área de Influencia Directa de la Vía

Uso del Suelo		Superficie (Has)	%
Bosque	Secundario Maduro	26.08	25.12
Bosque	Secundario Intermedio	10.73	10.34
Bosque	Secundario Joven	24.56	23.65
Manglar		2.54	2.45
Herbazal		16.48	15.87
Pastizales		6.85	6.60
Agua		1.93	1.86
Área Urbana		9.32	8.98
Zona Rural		1.68	1.62
Suelo Desnudo		3.64	3.51
Total		103.81	100.00

Fuente: Generado por URS Holdings con Cobertura de Suelo y el SIG

Los usos del suelo en el área de influencia indirecta se presentan en la **Tabla 6-3**. La mayoría de la superficie se encuentra ocupada por áreas urbanizadas (26.55%) a lo largo de la Carretera Transistmica y sus laterales. La superficie boscosa de mayor extensión corresponde al bosque

secundario joven o rastrojo, seguida por el bosque secundario maduro (19.63%) y bosque secundario intermedio (10.48%).

Tabla 6-3
Uso Actual del Suelo en el Área de Influencia Indirecta de la Vía

Uso del Suelo	Superficie (Has)	%
Bosque Secundario Maduro	574.25	19.63
Bosque Secundario Intermedio	306.77	10.48
Bosque Secundario Joven	586.07	20.03
Manglar	3.00	0.10
Herbazal	244.54	8.36
Pastizales	32.85	1.12
Agua	193.33	6.61
Area Urbana	776.72	26.55
Zona Rural	193.50	6.61
Suelo Desnudo	14.90	0.51
Total	2925.93	100.00

INTERSECCION 4 ALTOS

Area Urbana	19.027
-------------	--------

Fuente: Generado por URS Holdings con Cobertura de Suelo y el SIG

6.3.2 Deslinde de la Propiedad

Los datos relacionas con el deslinde de propiedad, se encuentran en etapa de levantamiento ya que los trabajos de castatro requeridos para concluir la misma aún no han sido completados debido a que algunas de las propiedades cuentan datos muy antiguos, que involucran trabajos de verificación y seguimiento. Debido a lo anterior, esta información será complementada con los resultados del catastro de propiedades que previo a la ejecución de las obras se habrán completado.

6.3.3 Capacidad de Uso y Aptitud de los Suelos

La Capacidad de Uso de los suelos se refiere al potencial que tiene una unidad específica de suelo para ser utilizada en forma sostenida sin afectar su capacidad productiva. Ésta representa el uso mayor ó la intensidad con que se puede utilizar el suelo. Para la caracterización de la

Capacidad de Uso de los suelos se utilizó el método del Centro Científico Tropical que establece la capacidad en base a los siguientes parámetros agroecológicos:

- Pendiente.
- Erosión sufrida.
- Profundidad efectiva.
- Textura.
- Pedregosidad.
- Fertilidad
- Salinidad / Toxicidad.
- Drenaje.
- Inundabilidad.
- Zona de Vida.
- Periodo Seco.
- Viento.

Con la información de los estudios de suelos existentes y los nuevos muestreos de suelos realizados en el levantamiento de la Línea Base Biofísica para este EsIA, se definieron los parámetros edáficos como son: pendiente, profundidad, erosión sufrida, textura, pedregosidad, fertilidad, salinidad, drenaje e inundabilidad. Los parámetros ecológicos como zona de vida, vientos y duración del periodo seco, se obtuvo de la información meteorológica de la Autoridad del Canal de Panamá y la base de datos de la cobertura de Zonas de Vida de Panamá.

De acuerdo a la capacidad de uso, los suelos pueden utilizarse en actividades de la clase a que pertenecen o actividades de menor intensidad de uso. Los mejores suelos son los Clase I que por sus cualidades no tienen ninguna restricción en su uso. A medida que aumenta el número de la clasificación se van restringiendo los usos hasta llegar a la Clase VIII que son suelos que, por sus muchas limitaciones, no deben utilizarse para ninguna actividad que no sea la de protección.

En áreas relativamente planas y de buena profundidad, pero con fertilidad baja como son los suelos aluviales del área del proyecto, los suelos se clasifican como Clases IV o V dependiendo

de su inundabilidad. En las áreas más altas de la cuenca, los factores de Zona de Vida y factores climáticos como la intensidad de los vientos, son tomados en cuenta para asignar la clasificación. En estas áreas dominan los suelos Clase VII y VIII.

En general, en el área de estudio las principales limitaciones son las pendientes, la fertilidad y la inundabilidad. Debido al régimen de precipitación promedio, de más de 2,500 milímetros la salinidad no es un factor limitante ya que cualquier acumulación de sales durante la estación seca es efectivamente lavada por el exceso de agua que se percola a través del perfil del suelo durante la estación lluviosa.

Los suelos de mayor capacidad de uso en la región, son los aluviales (Clases IV y V), de las llanuras aluviales más bajas de la región. Estos suelos son relativamente planos de mediana a buena profundidad y con niveles de fertilidad medio-bajos. Su principal limitante es la fertilidad y la inundabilidad que se restringe a las llanuras de inundación de los ríos principales.

6.3.3.1 Capacidad Agroecológica de los Suelos

La descripción de las categorías de capacidad agroecológica de los suelos que se presenta a continuación enfatizan las características predominantes de los suelos en el área de estudio. En el Mapa de Capacidad Agroecológica de los Suelos (Figura 6-2) se puede observar la distribución de los mismos. La primera inferencia que podemos realizar es que en el área estudiada no existen suelos de Clase I, II III. La Tabla 6-4 presenta el porcentaje de cada una de las clases de capacidad de suelos en el área de influencia de la Fase II de la Autopista Panamá – Colón. Se puede observar que los suelos que mas abundan son los de Clase VII y IV que conjuntamente representan el 79.98 de todos los suelos del área de influencia de la vía.

Tabla 6-4
Capacidad Agroecológica de los Suelos

Capacidad de Uso	Área	Porcentaje
(%)	(Has.)	(%)
IV	1,093.72	38.33
V	384.42	13.47
VI	1,336.83	46.85
VII	35.20	1.23
VIII	3.35	0.12
Total	2,853.51	100.00

Fuente: Elaborado por Consultores de URS Holdings.

Suelos Clase IV

Son los mejores suelos que se encuentran en el área de influencia del proyecto Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos por ser planos, medianamente profundos de fertilidad baja. Son suelos con pendientes de hasta 8 por ciento, moderadamente profundos, de mediana a baja fertilidad y riesgo de inundación moderado. Se encuentran en áreas de depósitos fluviales de la red hidrográfica. Sus usos son los cultivos semi-permanentes y permanentes. Representan un área total de 1,093.72 hectáreas con un 38.3 % del área total de influencia indirecta de la vía. Las mayores áreas se concentran en las llanuras de inundación del Río Coco Solo.

Suelos Clase V

Los suelos Clase V son s suelos principalmente planos, medianamente profundos de fertilidad baja con pendientes de hasta 12 por ciento. Se encuentran en áreas de depósitos fluviales y son susceptibles a inundaciones. Sus usos son la ganadería y los cultivos semi-permanentes. Los suelos Clase V representan un área total de 384.42 hectáreas lo que constituye un 13.47% del área total de influencia de la vía (Tabla 6-4). Los suelos Clase V se distribuyen en parches a través de la región principalemnetentre PK 6+200 al PK 7+800 y el PK 9+600 al PK 10+200 (Figura 6-2).

Suelos Clase VI

Los suelos clasificados como Clase VI son aptos para la producción forestal y para los sistemas de manejo sostenible como la agroforestería con frutales y café, siempre que las pendiente sean menores de 30%. Los suelos Clase VI presentan pendientes de hasta 35% con alguna o varias de las siguientes limitaciones: pedregosidad fuerte, problemas severos de erosión ó intensidad de vientos moderada. Los Suelos Clase VI son los de mayor extensión en el área del proyecto con 1,336.8 hectáreas que representan un 46.85 % de los suelos del área total de influencia del proyecto de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos (Tabla 6-5). En su mayoría se ubican al sur del alineamiento entre PK 3+300 al PK 10+600 (Figura 6-2).

Suelos Clase VII

Los suelos Clase VII tienen severas limitaciones por lo cual sólo se permite el manejo forestal en áreas con cobertura boscosa, siempre que se garantice la conservación del bosque. Si el uso actual del suelo no es bosque, se debe propiciar la restauración forestal por regeneración natural. Los suelos Clase VII tienen pendientes de hasta 60% y profundidad mayor a 30 centímetros. Se localizan en las regiones más altas de las cuencas y representan alrededor del 1.23% de los suelos del área de influencia indirecta de la Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos (Tabla 6-4). Se ubican fuera del Área de Influencia Directa del proyecto de la autopista, asociados a las cimas de los cerros mas altos junto con los suelos Clase VIII (Figura 6-2).

Suelos Clase VIII

Los suelos identificados como Clase VIII son áreas estrictamente restringidas a la preservación de la flora y fauna y la protección de áreas de recarga de acuíferos. Los suelos con pendientes mayores de 75% ó menos de 30 centímetros de profundidad efectiva y problemas de erosión muy severos, son incluidos en esta categoría. También se incluyen en esta categoría los suelos dentro de las áreas protegidas. En general, se ubican en las áreas más escarpadas de difícil acceso.

En el área de influencia se encuentra en un solo cerro de mayor pendiente ubicado al Norte del alineamiento de la vía entre el PK 8+200 y PK 8+400 (Figura 6-2). Los suelos Clase VIII ocupan apenas un 0.12% del total de los suelos del área de influencia indirecta del proyecto.

6.4 Topografía

Para describir la topografía de los suelos en el área de influencia de la vía, se analizaron los datos topográficos del Mapa Escala 1: 50,00 de la cartografía base del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia” con el Sistema de Información Geográfico SIG. De esta manera, se obtuvieron rangos de pendiente, los cuales son útiles para evaluar tanto las pérdidas de suelos por erosión hídrica como el uso potencial del suelo según la Capacidad Agroecológica de Suelos del Instituto de Estudios Internacionales. Las pendientes se agruparon en 5 categorías, de manera separadas, en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

En la Tabla 6-5 se presentan los porcentajes de pendientes en el área de influencia indirecta de la Fase II de la Autopista Panamá – Colón Tramo: Quebrada López-Cuatro Altos . Alrededor del 70% tiene pendientes suaves de menos de 15%. En el área de influencia directa las mayores pendientes se concentran en el inicio de la vía, entre el kilómetro cero al PK 1+600 y entre las estaciones PK 3+400 al PK 6+600. Las máximas pendientes están en un rango entre 25% y 45% (Figura 6-4) .

Tabla 6-5
Pendientes en el Área de Influencia Indirecta del Proyecto Autopista Panamá-Colón, Tramo
Quebrada López-Cuatro Altos

Categoría Pendiente	Área	Porcentaje
(%)	(Has.)	(%)
0 - 8	1,510.51	52.94
15 - 25	506.91	17.76
25 - 45	420.93	14.75
45 - 75	22.64	0.79
8 - 15	390.80	13.70
Mas de 75	1.73	0.06
Total	2,853.51	100.00

Fuente: Generado por URS Holdings con Curvas de Nivel Mapa Topográfico y el SIG

6.4.1 Mapa Topográfico o Plano, Según Área a Desarrollar a Escala 1:50,000

En la Figura 6-3 al final del capítulo, se representa la topografía del área proyecto en escala 1:50,000.

6.5 Clima

La evaluación de las condiciones climáticas durante el levantamiento de información de línea base en el proceso de evaluación de impacto ambiental es de suma importancia tanto por la influencia que dichas condiciones puedan tener sobre los criterios de diseño, construcción y operación del proyecto, así como por ser un factor precursor de otras condiciones ambientales relacionadas con aspectos tales como la calidad del aire e hidrología de la zona, entre otros.

A través de esta sección se presentan las principales características climáticas para la zona donde se desarrollará el Proyecto de la Fase II de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López - Cuatro Altos. La descripción climática incluye las variables de precipitación, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y evapotranspiración potencial.

6.5.1 Metodología

Para el desarrollo de esta sección, se ha utilizado la información climática obtenida en el Atlas Nacional de la República de Panamá (2007) y se han analizado los datos climáticos de la Estación Limón Bay, la cual forma parte de la red de estaciones hidrometeorológicas de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP).

En la Tabla 6-6 se describen las características principales de la misma.

Tabla 6-6
Datos de la Estación Hidrometeorológica de Limón Bay

Nº	Nombre	Elevación (m)	Coordenadas UTM		Tipo de Estación	Parámetros	Río, Lago o Mar
			X	Y			
31	Limón Bay	3.05	619176.66	1034280.22	Principal (Tipo A) / Mareográfica	MLT	Atlántico
M = Meteorológicos (precipitación; temperatura del aire; velocidad, dirección y ráfaga del viento; humedad relativa; radiación solar; y presión barométrica), L = Nivel de lago o marea, T = Temperatura.							

Fuente: ACP, Anuario Hidrológico 2009.

La data analizada fue variable según el parámetro evaluado y la disponibilidad de registros para dicha Estación; en el caso de la precipitación, incluyó, información desde el año 1997 (excluyendo el año 1998 para el cuál no se cuenta con registros) hasta el año 2008. Mientras que, para la mayoría del resto de los parámetros, los registros disponibles y utilizados en el presente análisis comprenden los años 2001 a 2008.

6.5.2 Tipo de Clima

La zona donde se desarrollará el Proyecto Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Qda. López – Cuatro Altos, abarca un tipo de clima, según la clasificación de Köppen, a saber¹:

- **Clima Tropical Húmedo (Ami):** Caracterizado por precipitaciones anuales mayores de 2,250 mm, con 60% concentrada en los cuatro (4) meses más lluviosos en forma consecutiva, algún mes con lluvia menor de 60 mm. Temperatura media del mes más fresco mayor de 18°C. Se caracteriza además, por una estación seca pronunciada de tres meses (enero a marzo) y una temperatura promedio anual entre 24 y 26°C.

6.5.2.1 Precipitación

Los datos de precipitación mensual, anual, promedio, máximos y mínimos, registrados en la Estación Limon Bay, se muestran en la Tabla 6-7 y en la Gráfica 6-1. La precipitación total

¹ Dato obtenido de la sobreposición del alineamiento del proyecto contra el mapa de climas del Atlas Nacional de la República de Panamá de 2007.

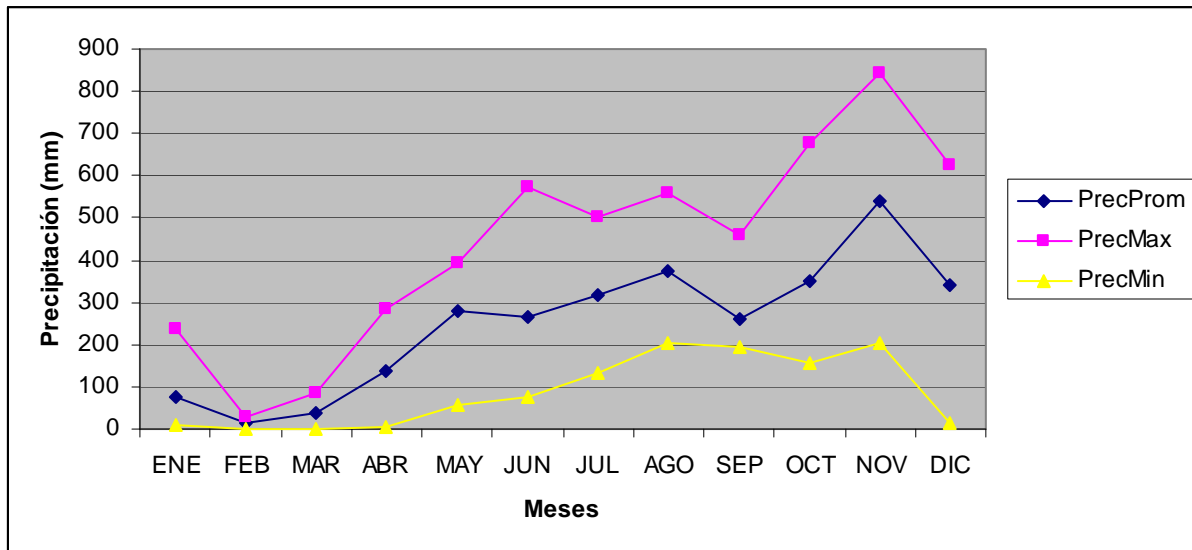
promedio anual en el área de desarrollo del Proyecto varía entre 2100.6 mm y 3363.0 mm, siendo ésta en promedio de 2797.7 mm.

Tabla 6-7
Precipitación Mensual y Anual (mm)
Estación Limon Bay (1997-2008)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1997	35.56	5.08	2.54	55.88	266.7	193.04	193.04	304.8	459.74	198.12	370.84	15.24	2100.58
1998	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1999	73.7	30.5	83.8	76.2	386.1	266.7	500.4	467.4	193.0	281.9	378.5	624.8	3363.0
2000	83.8	0.0	0.0	2.5	58.4	574.0	144.8	322.6	228.6	533.4	203.2	619.8	2771.1
2001	114.3	2.5	63.5	20.3	221.0	73.7	287.0	205.7	248.9	327.7	584.2	569.0	2717.8
2002	238.8	17.8	50.8	94.0	78.7	193.0	375.9	561.3	233.7	345.4	345.4	61.0	2595.9
2003	25.4	2.5	5.1	284.5	393.7	335.3	261.6	320.0	307.3	154.9	408.9	444.5	2943.9
2004	45.7	2.5	10.2	121.9	287.0	289.6	134.6	518.2	388.6	370.8	480.1	264.2	2913.4
2005	76.2	30.5	35.6	271.8	309.9	213.4	175.3	414.0	383.5	203.2	591.8	182.9	2888.0
2006	76.2	0.0	71.1	152.4	375.9	96.5	401.3	215.9	223.5	281.9	701.0	289.6	2885.4
2007	10.2	15.2	40.6	204.0	319.0	228.0	493.0	402.0	288.0	678.0	842.0	ND	ND
2008	13	28	8	138	366	393	382	320	123	332	885	ND	ND
PrecProm	78.0	10.7	36.3	128.4	269.6	246.3	296.7	373.2	295.5	337.5	490.6	341.2	2797.7
PrecMax	238.8	30.5	83.8	284.5	393.7	574.0	500.4	561.3	459.7	678.0	842.0	624.8	3363.0
PrecMin	10.2	0.0	0.0	2.5	58.4	73.7	134.6	205.7	193.0	154.9	203.2	15.2	2100.6

Fuente: URS Holdings con datos proporcionados por la ACP.

Gráfica 6-1
Precipitación Promedio Mensual, Máxima y Mínima
Estación Limon Bay (1997-2008)



Fuente: URS Holdings con datos proporcionados por la ACP.

En cuanto a los datos de precipitación mensual, se observa un aumento considerable en la precipitación promedio mensual entre los meses de mayo y diciembre, contra los niveles de precipitación para los meses de enero a abril, coincidiendo esto con la estación lluviosa y la estación seca típica del País. El mes más lluvioso en la región es noviembre, con una precipitación promedio mensual de 490.6 mm, mientras que el mes más seco es febrero, con una precipitación promedio mensual de 10.7 mm. De los datos analizados, resalta la precipitación mensual máxima de 842.0 mm ocurrida en el mes de noviembre del 2007, valor este que es 1.7 veces mayor que la precipitación promedio observada para dicho mes.

Estos datos muestran las características típicas de la región Atlántica, donde el clima es húmedo y las precipitaciones son mayores que en el Pacífico. Al analizar los datos de la Tabla y Gráfica mostrados arriba, se observa que el año 1997 fue el más seco, con una precipitación anual cerca al 75% de la media anual. Esta condición fue influenciada por la presencia del Fenómeno del Niño en Panamá en dicha época (1997 – 1998), el cual se caracteriza por periodos de sequía. Nuevamente, entre los años 2002 –2003, se sintió en Panamá la presencia de dicho fenómeno climático, aunque su intensidad en el Atlántico fue relativamente menos severa que en el periodo precedente.

6.5.2.2 Temperatura

El comportamiento de la temperatura ambiente presenta pocas fluctuaciones a lo largo de un período de registro de 8 años (2001 – 2008), de acuerdo a los datos de la Estación Limon Bay, mostrados en la Tabla 6-8 y Gráfica 6-2.

La temperatura promedio anual en la Estación Limon Bay, alcanza un valor promedio de 26.9°C con una máxima de 27.3°C en el año 2001 y 2002, y una mínima de 26.4°C para el 2004.

Para la Estación Limon Bay, las temperaturas promedios mensuales estuvieron entre 26.4°C y 27.1°C, presentándose las temperaturas más elevadas entre los meses de marzo y agosto. Analizando los valores mensuales promedio, los meses más calurosos son abril, mayo y junio (27.1°C); mientras que el mes más fresco es noviembre (26.4°C).

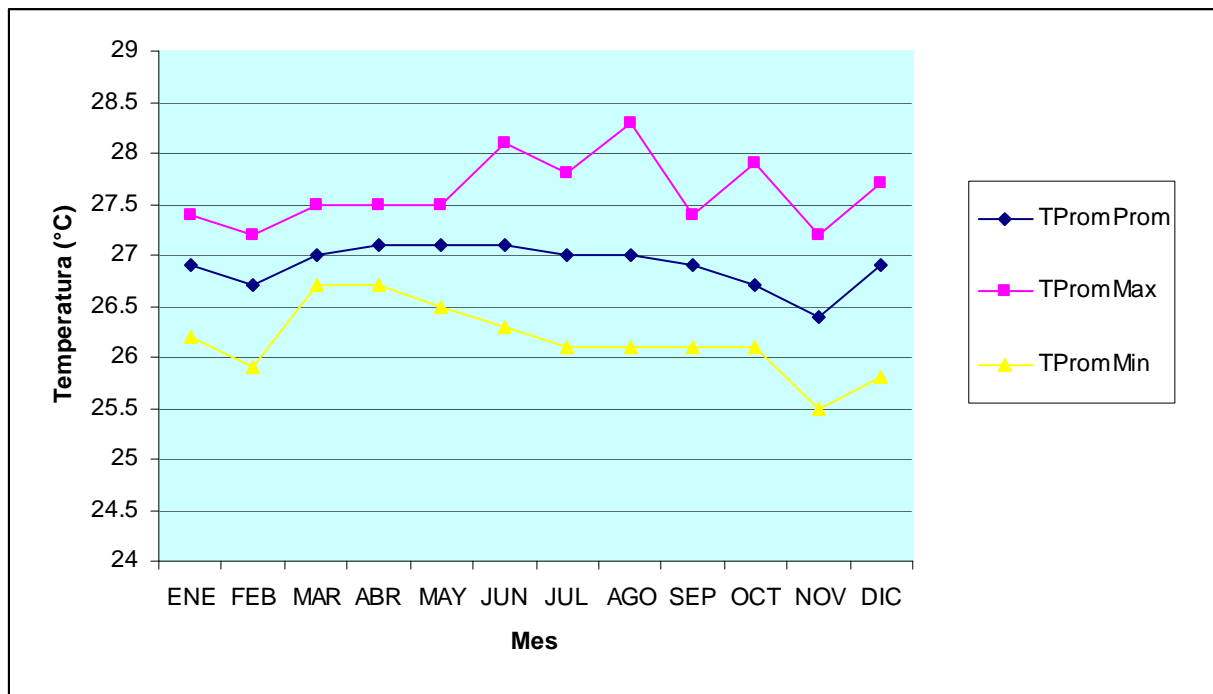
En cuanto a condiciones extremas (máximas y mínimas en relación a las temperaturas promedios) se refiere, el mes de agosto presenta los registros más elevados de temperatura máxima (28.3°C), y en noviembre se registran los promedios menos elevados de temperatura (25.5°C). De información adicional a la mostrada en la Tabla 6-8 y la Gráfica 6-2, proporcionada por ACP, se conoce que las mayores temperaturas registradas corresponden a los meses de agosto y mayo, con temperaturas por el orden de los 33.3°C, mientras que las menores temperaturas son de 20.5°C para el mes de junio.

Tabla 6-8
Temperatura Promedio Mensual, Anual, Máxima y Mínima (°C)
Estación Limon Bay (2001-2008)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
2001	26.3	26.6	26.7	27.1	27.4	28.1	27.4	28.3	27.4	27.9	27.2	27.6	27.3
2002	27.4	27.0	26.9	27.3	27.5	27.4	27.2	27.4	27.4	27.1	27.1	27.7	27.3
2003	27.4	27.2	27.3	27.5	27.3	26.3	26.3	26.1	26.2	26.1	25.5	25.9	26.6
2004	26.6	26.6	26.7	26.7	26.6	26.6	26.1	26.3	26.1	26.2	25.9	26.6	26.4
2005	26.2	25.9	26.7	27.1	26.5	26.9	27.8	27.2	26.8	26.7	26.3	27.3	26.8
2006	27.0	26.7	27.5	26.9	27.2	27.3	27.2	27.4	27.1	26.8	26.5	27.2	27.1
2007	27.3	26.9	27.2	27.3	27.0	27.2	27.0	26.6	26.8	26.4	26.4	25.8	26.8
2008	26.8	26.6	26.7	27.0	27.0	27.0	26.5	26.8	27.2	SD	SD	SD	26.8
TPromProm	26.9	26.7	27.0	27.1	27.1	27.1	27.0	27.0	26.9	26.7	26.4	26.9	26.9
TPromMax	27.4	27.2	27.5	27.5	27.5	28.1	27.8	28.3	27.4	27.9	27.2	27.7	27.6
TPromMin	26.2	25.9	26.7	26.7	26.5	26.3	26.1	26.1	26.1	26.1	25.5	25.8	26.2

Fuente: URS Holdings con datos proporcionados por la ACP. Nota: SD- sin datos al momento de generarse el presente estudio.

Gráfica 6-2
Temperatura Promedio Mensual (°C)
Estación Limon Bay (2001-2008)



Fuente: URS Holdings con datos proporcionados por la ACP.

6.5.2.3 Humedad Relativa

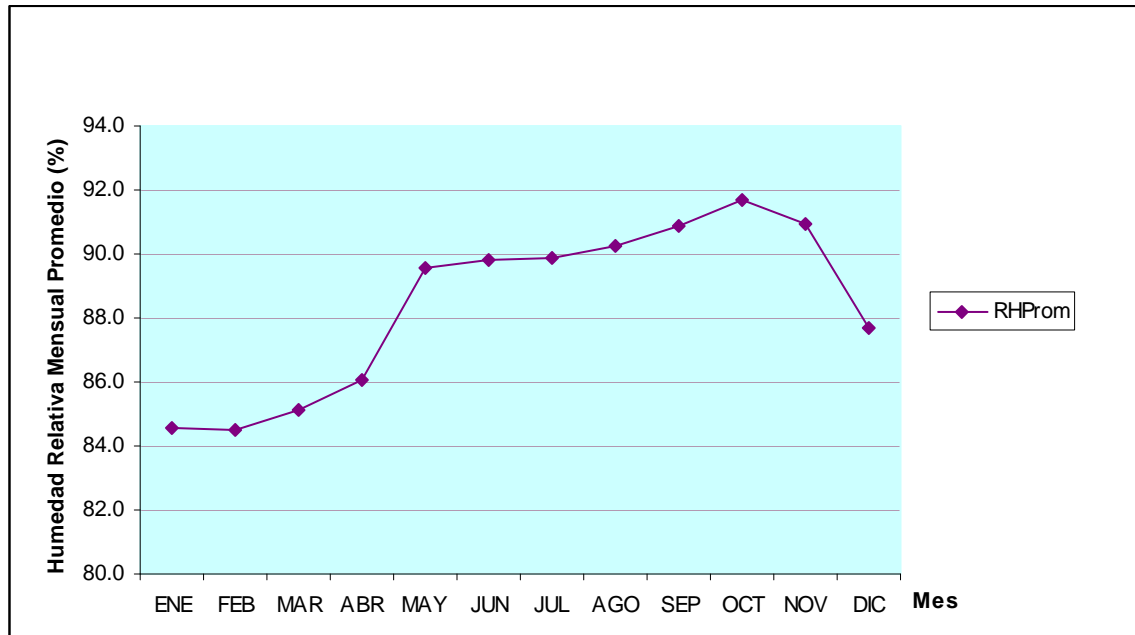
De los datos registrados en la Estación Limon Bay, presentados en la Tabla 6-9 y Grafica 6-3, se muestra que la menor humedad relativa se registró durante los primeros meses, o sea, en la temporada seca y éstas, como promedio mensual, estuvieron entre 84.4% y 84.8%. En tanto que, valores más elevados de humedad relativa como promedio mensual fueron documentados en los meses de la estación lluviosa, encontrándose entre 91.6% y 92.3%. Cabe mencionar que, el año donde se observaron los menores niveles de humedad relativa como promedio anual, corresponde al año 2001 con 87.5%, mientras que los valores más elevados se registraron en el año 2002 con 90.9%.

Tabla 6-9
Humedad Relativa Promedio Mensual y Anual (%)
Estación Limon Bay (2001-2008)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
2001	85	83.8	85.1	86.2	87.7	87.8	89.6	89.8	89.3	89.6	90.2	86.2	87.5
2002	87.4	84.6	86.1	86.5	89.4	90.2	91.2	99.3	99	99.1	92.4	85	90.9
2003	83.1	84.1	83.6	85.6	89.9	90.4	91.1	90.7	89.7	90.1	91.5	89.5	88.3
2004	84.6	84.4	85.3	87.5	89.7	89.9	90.3	91.3	92.7	92.5	90.5	86.7	88.8
2005	87.3	85.6	86.8	87.6	91.4	91.8	89.8	92.5	96.3	94.1	91.1	83.1	89.8
2006	83.8	85.4	87.5	ND	91.3	89.8	90.2	89.1	90.1	91.1	90.5	88.4	88.8
2007	84.2	83.6	83.7	86.2	89.3	89.1	89.6	89.6	89.2	89.4	91	91.9	ND
2008	82.8	83.4	82.6	84.1	86.5	88.6	89.5	88.8	87.1	SD	SD	SD	ND
RHProm	84.8	84.4	85.1	86.2	89.4	89.7	90.1	91.4	91.6	92.3	91.0	87.2	89.0

Fuente: URS Holdings, Inc con datos proporcionados por la ACP.

Gráfica 6-3
Humedad Relativa Promedio Mensual
Estación Limon Bay (2001 – 2008)



Fuente: URS Holdings, Inc con datos proporcionados por la ACP.

6.5.2.4 Velocidad y Dirección del Viento

Para un periodo de ocho años de registro (2001-2008), la Estación Limon Bay registra velocidades promedio del viento que a lo largo del año oscilan desde 11.1 km/hr en los meses de septiembre y octubre, hasta 32.5 km/hr durante febrero; las que se consideran desde brisas muy débiles a brisas moderadas, considerando la clasificación establecida en la escala de Beaufort. En ese contexto, en los primeros meses del año (enero, febrero, marzo y abril), se registran velocidades de viento promedios que oscilan entre 22.3 a 28.1 km/hr, que coinciden con la estación seca; posteriormente, comienza a disminuir a medida que inicia la temporada lluviosa, o sea en los meses de mayo a diciembre (Tabla 6-10). Haciendo un recuento de los ocho años de registro, el mes para el cuál se obtuvieron los promedios más elevados de velocidad del viento corresponde a febrero, con 28.1 km/hr, mientras que las menores intensidades fueron registradas para el mes de septiembre con 11.7 km/hr.

El comportamiento de la velocidad máxima del viento, según el registro de la Estación Limon Bay alcanza en promedio, en el mes de enero, hasta 63.4 km/hr. Durante los ocho años de registro, se obtuvo que en noviembre de 2006 la velocidad del viento llegó a 77.7 km/hr (Tabla 6-11). En la Gráfica 6-4 se ilustran las condiciones de velocidad promedio y máximos de viento registrados en la Estación Limon Bay.

Tabla 6-10
Velocidad Promedio del Viento (km/hr)
Estación Limon Bay (2001 – 2008)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
2001	27	32.5	23.8	29.1	16.1	18.5	15.4	15.6	12.4	13.4	15.6	16.7	19.7
2002	26.9	30.4	29.8	28	22	12.4	15.8	16.7	11.3	12.2	16.4	23	20.4
2003	27.2	25.6	23.3	19.3	13.7	11.6	12.4	14	11.1	11.1	12.6	20.1	16.8
2004	26.1	26.9	32.2	23.2	17.1	14	13.2	13.4	11.1	11.6	14.8	23.8	18.9
2005	29.5	28.8	19.2	20	12.1	11.4	13.2	12.9	12.7	13.4	15.3	19	17.3
2006	25.7	29.1	29.5	20.1	14.8	14.5	13.5	15.3	11.7	12.7	15.9	18.8	18.5
2007	32.2	25.7	26.4	16.9	12.6	12.2	12.4	11.3	11.4	13.2	15.8	18.5	ND
2008	29.2	25.6	25.2	22	15.8	12.2	12.2	11.5	11.5	SD	SD	SD	ND
WSPromProm	28.0	28.1	26.2	22.3	15.5	13.4	13.5	13.8	11.7	12.5	15.2	20.0	18.6
WSPromMax	32.2	32.5	32.2	29.1	22	18.5	15.8	16.7	12.7	13.4	16.4	23.8	20.4
WSPromMin	25.7	25.6	19.2	16.9	12.1	11.4	12.4	11.3	11.1	11.1	12.6	16.7	16.8

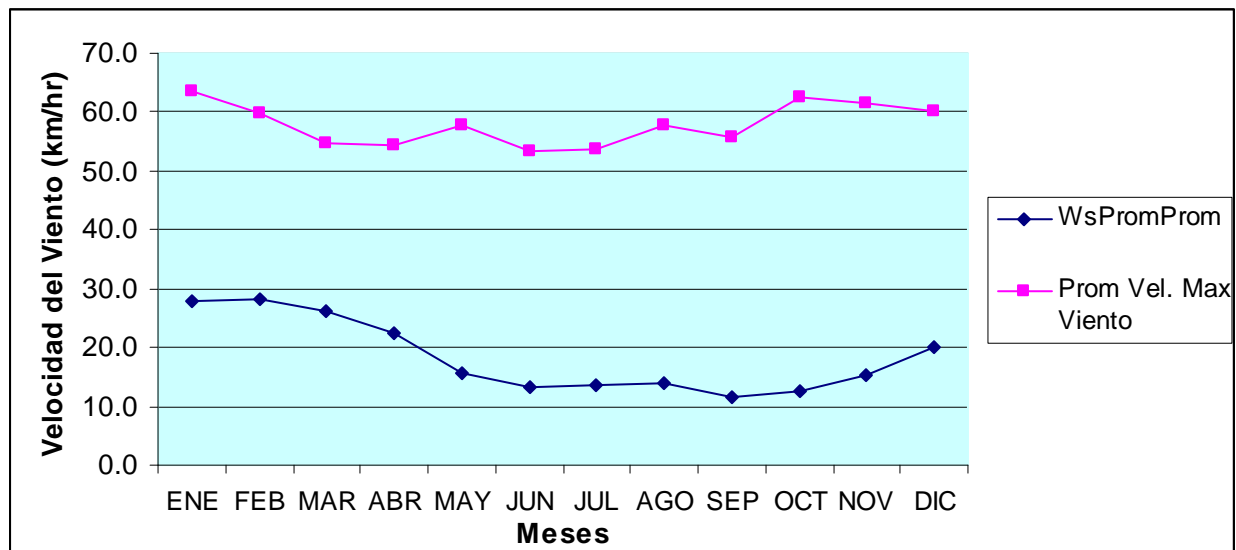
Fuente: URS Holdings, Inc con datos proporcionados por la ACP.

Tabla 6-11
Velocidad Máxima del Viento (km/hr)

Estación Limon Bay (2001 – 2008)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Max
2001	65.2	61.3	55.2	58.4	65.5	50.9	64.1	77.1	58.4	72.9	64.5	69	77.1
2002	55.8	64.1	54.1	57.6	58.7	55.8	58.6	53.1	56.5	67.9	57	58.3	67.9
2003	57.8	53.4	48.6	54.7	51.2	46.8	48.1	45.9	52.3	43.1	57.3	59.9	59.9
2004	64.9	62.9	57.1	53.3	64.4	61.3	55.7	67.4	52.8	73.9	55.7	63.6	73.9
2005	66.3	56.8	49.7	54.1	48.8	64.1	55.5	55.7	51.3	58.3	59.5	53.8	64.1
2006	67.3	60.7	57.6	52.5	60.7	47.2	58.9	51.2	58.1	59.2	77.7	61.6	77.7
2007	61.3	63.6	55.7	54.6	52	53.9	45.1	66.1	57.9	62.1	58.4	55	66.1
2008	68.8	54.4	59.8	50.8	60.8	46.8	43.9	46.1	57.6	SD	SD	SD	ND
Prom Vel. Max Viento	63.4	59.7	54.7	54.5	57.8	53.4	53.7	57.8	55.6	62.5	61.5	60.2	69.5

Fuente: URS Holdings, Inc con datos proporcionados por la ACP. SD: Sin datos obtenidos de ACP, al momento de elaborar el presente informe.

Gráfica 6-4
Promedio Mensual y Máximo de la Velocidad del Viento
Estaciones de Limon Bay Periodo (2001-2008)



Fuente: URS Holdings, Inc con datos proporcionados por la ACP.

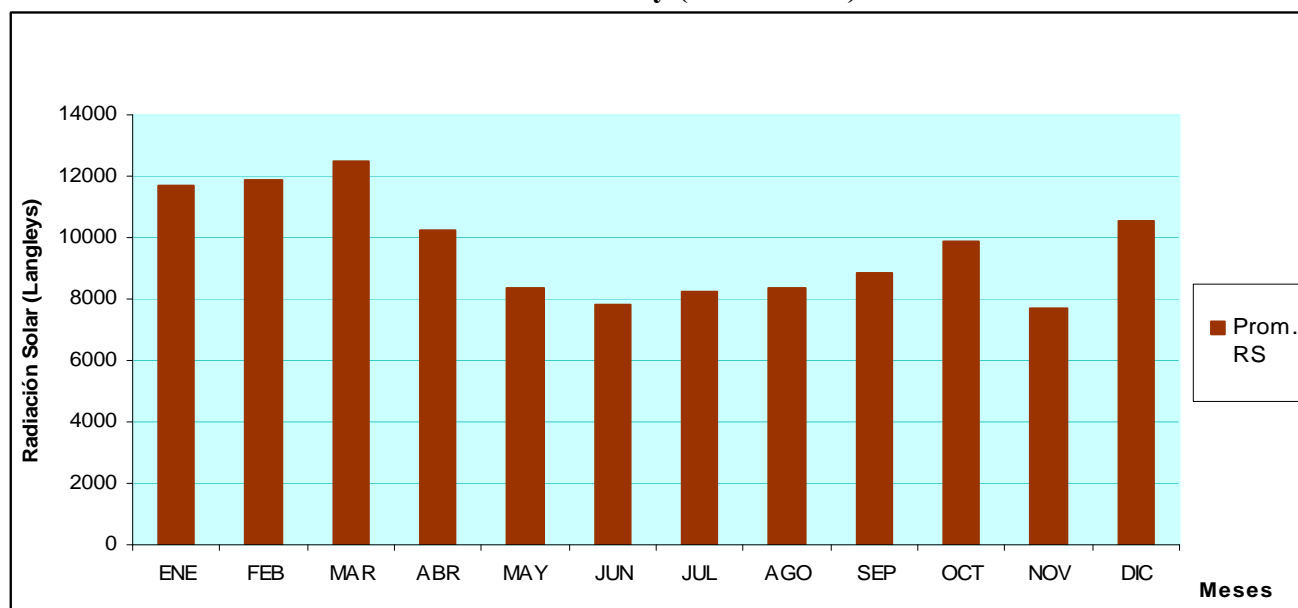
En cuanto a dirección del viento se refiere, considerando los datos registrados en la Estación Limon Bay, para los años 2006 y 2007, predominan los vientos de componente Oeste, entre los 225° - 315°, principalmente entre los meses de mayo a noviembre.

6.5.2.5 Radiación Solar

De acuerdo a los registros de la Estación Limon Bay, para el periodo comprendido entre los años 2002 al 2008, como se observa en la Gráfica 6-5 y en la Tabla 6-12, los valores más altos de radiación solar se presentan en el mes de marzo, cuando la radiación solar alcanza valores promedios de 12,507 Langleys. La radiación solar se intensifica mayormente en los meses de la estación seca, que corresponde normalmente a los cuatro primeros meses del año (10,253 a 12,507 Langleys). Una vez inicia la temporada lluviosa, la intensidad de la radiación solar disminuye a niveles entre los 7,696 y los 10,558 Langleys. La intensidad más baja se registra en el mes de noviembre, con 7,696 Langleys.

En promedio, la radiación anual registrada en dicha estación es de 120,834 Langleys, habiéndose registrado el promedio anual más alto en el año 2005 con 138,105 Langleys, y el más bajo en el año 2007 con 100,269 Langleys.

Gráfica 6-5
Radiación Solar Promedio Mensual (Langleys)
Estación Limón Bay (2002 – 2008)



Fuente: URS Holdings, Inc con datos proporcionados por la ACP.

Tabla 6-12
Promedio Mensual y Anual de la Radiación Solar (Langley's)
Estación Limon Bay (2002 – 2008)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2002	13494	13796	12348	11483	11238	7787	8464	9005	9633	8861	8391	12334
2003	11860	11700	13081	10363	5332	7703	10429	13892	12583	9630	5608	8077
2004	13169	12900	12471	10404	11066	10579	10163	9705	12463	12423	8902	12114
2005	11943	12224	13131	11765	9534	11563	11238	9507	10139	12622	10246	14193
2006	14458	13664	15224	11877	7304	5757	5476	5622	5064	6175	5589	6969
2007	8221	11225	12029	8660	8201	6911	6899	5766	5582	9671	7441	9662
2008	8775	7508	9262	7218	5697	4575	4921	5093	6424	SD	SD	SD
Prom. RS	11703	11860	12507	10253	8339	7839	8227	8370	8841	9897	7696	10558

Fuente: URS Holdings, Inc con datos proporcionados por la ACP. SD: Sin datos al momento de elaborar el presente informe.

6.5.2.6 Evapotranspiración Potencial

De acuerdo a datos obtenidos de la Sección de Meteorología de la ACP, para períodos de registro de 8 años (2001-2008), se estimó la evapotranspiración para la Estación Limon Bay. La evapotranspiración calculada, es mayor entre los meses de enero a abril (temporada seca) y empieza a disminuir desde mayo hasta noviembre (temporada lluviosa), posteriormente en diciembre empieza a aumentar hasta completar el ciclo en enero.

La evapotranspiración promedio total para la Estación Limon Bay es de 997.7 mm, con un promedio mensual máximo de 129.7 mm en el mes de marzo, y un promedio mensual mínimo de 59.7 mm durante el mes de junio (Tabla 6-13).

Tabla 6-13
Medidas Mensuales de la Evapotranspiración Potencial (mm)
Estación Limon Bay (2001-2008)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2001				47.9	28.4	30.7	23.6	41.2	82.4	99	83.7	74.5	511.4
2002	133.1	146	129.6	117.7	101.4	61.4	68.3	52.8	58.2	52.8	66.9	124	1112.3
2003	131.1	121.5	133.5	100.8	48.7	57.9	81.6	110.6	97.2	71.9	41.5	75	1071.3
2004	134.5	132.5	135.4	99.6	92.1	85.3	79.1	75.6	96.6	97.2	72.4	119.1	1219.5
2005	120.4	127.4	118.9	108.1	74.7	92.8	94.1	73.7	70	99	82.6	138.2	1199.7
2006	148.8	142.4	156	78.3	63.1	51.9	47.5	52.7	43.2	52.4	50.3	66.8	953.4
2007	105.5	117.9	128.5	81.6	65.6	56.6	55.2	45.6	45.5	77.3	61	75.8	916.4
2008	108.9	88.1	106.2	80.8	57.9	40.7	41.3	43.2	55.2	ND	ND	ND	ND
EvapProm	126.0	125.1	129.7	89.4	66.5	59.7	61.3	61.9	68.5	78.5	65.5	96.2	997.7

Fuente: URS Holdings, Inc con datos proporcionados por la ACP

6.6 Hidrología

Los recursos hídricos en el área de influencia de la vía para el Proyecto Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos son abundantes al estar dentro de la Cuenca del Canal de Panamá específicamente en la Subcuenca del Lago Gatún. Los aportes de precipitación permiten la recarga de las agua subterráneas y mantiene el nivel freático muy cercano a la superficie durante la estación lluviosa sobre todo en los sitios planos contiguos al Lago Gatún.

• Aguas Superficiales

Para la descripción de las principales cuencas hidrográficas que atraviesan el área de influencia de la vía, se debe iniciar considerando la situación de los ríos que han sido afectados por la construcción de obras para el manejo y operación del Canal de Panamá. Este hecho hace que en el área se encuentren en realidad secciones de cuencas o subcuencas de poco desarrollo. Los parámetros de morfometría utilizados para la descripción cuantitativa de las cuencas hidrográficas son el Número de Orden de Strahler, la Densidad de Drenaje y la Relación de Bifurcación. En la Figura 6-5 se muestran los ríos y quebradas mas importantes que atraviesan el alineamiento de la Fase II de la Autopista Panamá – Colon. Los principales ríos y quebradas en el área son:

1. Quebrada López
2. Quebrada Fantasma
3. Quebrada 16 de Junio
4. Río Cativá
5. Río Coco Solo

5.1 Quebrada Verbena: afluente del Río Coco Solo

6. Corrientes de Drenaje Directo al Lago Gatún

Una característica fundamental de la hidrografía del área es que las corrientes de mayor magnitud con cuencas de mayor densidad de drenaje y bifurcación drenan hacia el Atlántico. Tanto la Cuenca Hidrográfica Número 117 Río Coco Solo, Río Cativa, Quebrada Fantasma todas

drenan hacia el Atlántico por lo que su descarga no afectan al Lago Gatún o a la Cuenca del Canal de Panamá. Sólo la Quebrada López y otras corrientes superficiales menores drenan hacia el Lago Gatún.

1) Cuenca del Río Coco Solo

La cuenca del Río Coco Solo es la cuenca de mayor superficie en el área del Proyecto Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos. El río Coco Solo drena hacia el Atlántico por lo que sus aguas superficiales no impactan la carga de sedimentos del Lago Gatún. Su principal afluente es la Quebrada Verbena. La cuenca del río Coco Solo cubre una superficie de 6,876 hectáreas con un Número de Orden 3 y Densidad de Drenaje de 0.285 km/km².

2) Cuenca del Río Cativá

La cuenca conjunta del río Cátiva y la Quebrada Fantasma tienen un área de drenaje de 7,173 hectáreas. Sus aguas drenan hacia el Atlántico por lo que los procesos de escurimiento superficial y carga de sedimentos no impactan la Cuenca del Lago Gatún. Su Densidad de Drenaje es de 0.385 km/km².

3) Cuenca de la Quebrada López

La cuenca de la Quebrada López tiene una superficie de 1,137.81 hectáreas dentro del área de influencia indirecta del Proyecto de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López-Cuatro Altos. El cauce principal mantiene un Número de Orden 2 y Densidad de Drenaje de 0.29 km/km².

4) Corrientes de Drenaje Directo al Lago Gatún

Las corrientes superficiales que drenan directamente al Lago Gatún son efímeras ya que no mantienen flujo durante la estación seca. Estas corrientes concentran el escurrimiento superficial local y descargan en la estación lluviosa directamente al Lago Gatún. La descarga puede alcanzar 4.2 m³/s por lo que tienen potencial de generar impactos sobre la calidad de las aguas superficiales.

Lago Gatún

El alineamiento del proyecto Fase II de la Autopista Panamá - Colón, Tramo Qda. López – Cuatro Altos, recorre la ribera norte del Lago Gatún, de este a oeste a partir de Quebrada López (PK 0+000) hasta cerca de la barriada de Ibeorgum (PK 7+800), desde donde comienza a alejarse de sus márgenes.

El Lago Gatún, es un lago artificial que se formó en 1912 al represarse las aguas del río Chagres. Tiene una cuenca hidrográfica de 3,337 km² que representa el 70% de la superficie de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, con una superficie del espejo de agua de 436 km² cuando la elevación del lago es de 26.7 m (Delgado, 2006). Su elevación promedio sobre el nivel del mar es de 26 m; y tiene una capacidad para almacenar un volumen máximo de agua de 5,431.9 millones de m³; la cantidad de agua útil almacenada se estima en 766 millones de m³ (202 mil millones de galones) entre los niveles de 24.84 m y 26.67 m (Probst, 1992).

El lago recibe, de sus afluentes principales, un volumen anual promedio de 2,744 millones de m³ de agua. Además, a este sistema contribuyen otros ríos y quebradas de subcuencas menores que no están aforadas, las cuales se han estimado que representan el 40% de la superficie de captación del sistema, produciendo anualmente 1,031 millones de m³ de agua como aporte neto. Las aguas se utilizan para diversos propósitos que incluyen: fuente de agua cruda para abastecimiento humano (áreas operativas del Canal, áreas revertidas, Arraiján, Colón y parte de las ciudades de Panamá y La Chorrera, a través de las plantas potabilizadoras de Miraflores,

Monte Esperanza y Laguna Alta), tránsito de barcos, generación de energía eléctrica, actividades agroindustriales, recreación, turismo y pesca.

La red hidrográfica del Lago Gatún tiene como ríos principales los siguientes: Chagres, en el sector norte-sureste, Ciri Grande y Trinidad, en el sector suroeste, y río Gatun, en el noreste de la Cuenca. Este lago también recibe las aportaciones de agua de otros 36 afluentes menores, entre ríos y quebradas. Drenan hacia el Lago Gatun, desde el sector noreste y el Parque Nacional Soberanía, los ríos: Aguas Claras, Aguas Sucias, Palenque I (Nueva Providencia), Agua Salud, Pelón, Frijolita, Frijoles y la Quebrada del Medio. El curso medio del río Chagres recibe, aguas abajo de la represa Madden del Lago Alajuela, las aportaciones provenientes de los ríos: Gatuncillo, Limón, Palenque II (Santa Rosa), Moja Pollo, Chilibrillo, Chilibre y Casaya, y de las quebradas Honda y Aguas Claras. La parte centro oeste de la Cuenca (zona sur del lago Gatun), recibe las descargas de los ríos: Gigantito, Los Hules, Tinajones, Caño Quebrado, Pescado, Canito, Paja, Baila Monos, Culo Seco, Carana, Mandinga y Obispo, y las quebradas Grande y La Leona. Además, recibe las aguas del río Ciricito provenientes del sector suroeste. Forman parte del complejo hídrico áreas del Parque Nacional Altos de Campana, Camino de Cruces, Parque Soberanía, Monumento Natural Barro Colorado y el Área Recreativa Lago Gatún.

Para el 2005, existían alrededor de 35 comunidades ubicadas en las riberas del Lago Gatún (Equipo Social de la Sección de Manejo de Cuenca de la Autoridad del Canal de Panamá, 2005b), actualmente esta cifra puede haberse duplicado.

La Unidad de Calidad de Agua ha establecido en el Lago Gatún 11 sitios de colecta de muestras de agua y registro de parámetros físico-químicos a dos profundidades en el Lago Gatún (0.5 m de la superficie y a 1 m del fondo), ejecutando un programa de monitoreo regular de periodicidad mensual. Los sitios de colecta reciben los nombres de: Humedad, Raíces, Escobal, Batería 35, Monte Lirio, Barro Colorado, Laguna Alta, Gamboa, Toma de Agua de Paraíso, Arenosa y La Represa.

En términos de calidad de agua, los estudios que se han realizado indican que mayormente la calidad de agua, aunque variable en su composición físico-química dependiendo del lugar de

evaluación, es generalmente buena. El Lago Gatún, como lago artificial, posee excelente calidad de agua (URS, 2005c). Lo mismo se indica en el Estudio de la Modelación de la Calidad de los Lagos, en el que se indica que los parámetros de calidad de agua del Lago Gatún se mantienen por debajo de los límites máximos permisibles establecidos para abastecimiento humano, por entidades como la Organización Mundial de la Salud (OMS) (cloruro=250mg/l y sólidos totales disueltos=1000 mg/l) (United States Army Corps of Engineers, 2000).

6.6.1 Calidad de Aguas Superficiales

De estudios anteriores sobre la calidad de las aguas en el área de influencia de la Fase II de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos se puede establecer que la calidad de las aguas han mostrado un deterioro creciente debido a la contaminación por fuentes puntuales como los vertidos domésticos. Para caracterizar la calidad de las aguas en la sección que atravesará la Fase II de la Autopista Panamá – Colón, se tomaron muestras de agua en tres (3) sitios ubicados a lo largo de las corrientes de agua que atraviesan la vía. (Figura 6-6). Cabe hacer notar que, los muestreos fueron llevados a cabo durante la estación seca, por lo que la mayoría de los cuerpos de agua se encontraban secos y no fue posible tomar muestras en ellos. En la Tabla 6-5 se presentan los datos de calidad de las aguas tomados en abril de 2010, antes del inicio de la temporada lluviosa.

Para evaluar el estado actual de la calidad de las aguas en las aguas superficiales se utilizó la Norma de Calidad de Aguas Naturales de Panamá y los estándares internacionales de la Agencia de Protección Ambiental de los EUA EPA. Estas normas se concentran en monitorear la Demanda Bioquímica de Oxígeno “DBO”, Coliformes Totales, Oxígeno Disuelto “OD”, Sólidos Suspendidos “Sol. Susp.” y contenido de Aceites y Grasas. En la Tabla 6-14 aparecen con asterisco los valores que están fuera de los límites máximos establecidos.

El rango de pH de las muestras de agua varió entre 7.4 y 7.8 tendiendo a rangos neutros. Todas las muestras están dentro de los límites recomendados para aguas naturales. La concentración de oxígeno disuelto en el agua es relevante en el control de la calidad de las aguas, siendo su presencia y concentración esencial para evaluar los efectos de potenciales agentes contaminantes,

principalmente por el balance de oxígeno en el sistema. El oxígeno disuelto se presentó en rangos de 7.0 y 7.5 mg/L, estando por encima de los valores mínimos que permiten sustentar la vida acuática, que de acuerdo a la norma vigente es de 4 a 5 mg/L.

El análisis de Calidad de las Aguas demuestra que en los tres (3) sitios muestreados el contenido de Coliformes presenta valores muy por encima de los límites permitidos. Este tipo de contaminación ha sido documentado en la Cuenca del Canal de Panamá por la existencia de porquerizas sin lagunas de oxidación y vertidos de aguas negras crudas a la red de drenaje. Los Coliformes Totales son un indicador de la presencia de otras bacterias responsables de enfermedades gastrointestinales, como son *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter freundii* y bacterias facultativas gramnegativas.

La Qda. Barriada 16 de Junio, presenta los niveles más altos de contaminación por Coliformes con niveles de más de 10 veces los recomendados por las normas de calidad de aguas naturales consideradas. En el sector del Lago Gatún, a la altura de la toma de agua del IDAAN, los valores de Oxígeno Disuelto y Coliformes Totales, están por encima de lo permitido.

En el Anexo 6-1 se presentan los reportes entregados por el Centro de Investigaciones Químicas, S. A. (CICSA).

Tabla 6-14
Análisis de la Calidad de las Aguas Superficiales
Proyecto Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Qda. López – Cuatro Altos

Cuadro 6.6.1 Análisis de la Calidad de las Aguas Proyecto Autopista Panamá-Colón Tramo Quebrada López- Cuatro Altos

Stitio Muestreo	pH	Cond (mS/s)	Turb (NTU)	OD mg/l	Temp. °C	Sal (%)	Coliformes Totales (CFU/100ml)	Coliformes Fecales (CFU/100ml)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	DBO5 (mg/L)	Aceites y Grasas (mg/L)
Lago Gatún (San José)	7.5	0.109	4.0	7.3	28.9	0.0	5900**	700**	70	<0.1	70	<2.0	<0.1
Lago Gatún (Toma de Agua del IDAAN)	7.8	0.57	2	7.5	28.5	0.0	11000**	500**	69	<0.1	69	<2.0	<0.1
Qda. Barriada 16 de Junio	7.4	0.265	7	7	26.8	0.01	52000**	3400**	153	<0.1	153	<2.0	<0.1
													<0.50

6.6.1.a Caudales (máximos, mínimo y promedio anual)

De las Estaciones Hidrométricas que mantiene la Autoridad del Canal de Panamá en la Cuenca, una de las estaciones más próximas al área de influencia del proyecto es la del Río Gatún. En la Tabla 6-15 se presentan los datos del Río Gatún en la Estación Hidrométrica de la Autoridad del Canal de Panamá en Ciento, situada a 38 msnm y con Latitud 9° 17'52'' Norte y Longitud: 79° 43'41'' Oeste.

Tabla 6-15
Descarga del Río Gatún en Ciento (m³/s)
Años 1995-2009

Mes	Enero	Febr	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Q Media	5.85	1.97	1.40	1.81	3.05	6.00	6.29	7.90	7.94	10.28	11.88	16.28	6.72
Q Máx.	100.0	7.07	12.0	90.5	139.0	114.0	197.0	113	200.0	284.0	253.0	222.0	284.0
Q Min.	0.98	0.61	0.43	0.29	0.61	0.83	0.74	2.10	3.48	2.95	2.84	3.18	0.29

Q Media: Descarga Media Mensual (m³/s); Q Máx.: Descarga Máxima Instantánea en el Periodo de medición (m³/s); Q Min: Descarga Mínima Instantánea en el Periodo de medición (m³/s)

Fuente: Anuario Hidrológico. Autoridad del Canal de Panamá (2009).

Como se puede observar la Descarga Media Anual es de 6.72 m³/s siendo los meses de octubre, noviembre y diciembre los de mayores valores con medias por encima de los 10.0 m³/s. los análisis de Descarga Máxima Instantánea demuestran descargas de más de 200 m³/s en los meses de septiembre a diciembre, correspondiendo con los aportes de escorrentía directa hasta diciembre y aportes de escorrentía subsuperficial en el mes de diciembre. La Descarga Mínima Instantánea ocurre en la estación seca, antes del inicio de las precipitaciones, en el mes de abril con 0.29 m³/s.

En el área de influencia indirecta de la vía se encuentran pequeñas quebradas de Número de Orden 1 y 2 de sección de flujo y descarga pequeña y sinuosa como se aprecia en la Figura 6-5. Cabe mencionar que, durante los muestreos de campo estas corrientes se encontraban secas. Se

evaluó una sección de flujo de 1.15 m^2 , velocidad de flujo de alrededor de 0.8 m/s y descarga de $0.92 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.6.1.b Corrientes, Mareas y Oleaje

Esta sección no aplica, por encontrarse el proyecto alejado de zonas marinas.

6.6.2 Aguas Subterráneas

En el área de influencia de la Fase II de la Autopista Panamá – Colon no existen datos de prospección de aguas subterráneas que permitan cuantificar su magnitud. En base a los hidrogramas de descarga de los ríos adyacentes como es el Río Gatún en Ciento en la temporada seca, se puede estimar que los $0.28 \text{ m}^3/\text{s}$ de descarga son principalmente de aportes subterráneos. Según los datos de la ACP sobre el rendimiento en litros por segundo por kilómetro cuadrado, la descarga de agua subterránea en el mes más seco, equivale a una descarga media de $0.425 \text{ m}^3/\text{min}$ en el área de influencia.

El nivel de las aguas subterráneas o nivel freático, presenta una fluctuación estacional marcada por los aportes de las precipitaciones a la recarga del agua subterránea que mantiene el nivel freático relativamente cerca de la superficie desde el mes de agosto hasta diciembre. En áreas de pendientes planas, cercanas al Lago Gatún, el nivel freático asciende hasta la superficie dándose el anegamiento por periodos considerables de tiempo. Con la terminación de la estación lluviosa, el nivel freático va descendiendo gradualmente hasta llegar a enero y drásticamente en el resto de la estación seca cuando desciende a más de dos (2) metros de profundidad.

6.6.2.a Identificación del Acuífero

En la descripción del Mapa Hidrogeológico de Panamá, se caracteriza la Formación Río Hato (QR-Aha) por ser una formación de rocas sedimentarias. En su conjunto, es considerada como una formación hidrogeológica de potencial de acuíferos de extensión variable, libres o confinados, constituidos por sedimentos clásticos, consolidados y poco consolidados y depósitos

costeros. Esta formación contiene rocas sedimentarias del Cuaternario Reciente, tales como: conglomerados, areniscas, lutitas, tobas, areniscas no consolidadas y pómez. La formación Río Hato se ha ubicado dentro de los acuíferos moderadamente productivos con descarga estimada de 3 a 10 m³/h. En el área del Proyecto de la Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos, por estar contigua al Lago Gatún y la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, no tendrían ninguna utilidad práctica.

6.7 Calidad del Aire

La degradación de la calidad de aire en Panamá es difícil de determinar debido a las limitadas estaciones de monitoreo existentes; en la revisión bibliográfica realizada sobre el tema se identificó que como parte de la consultoría denominada “Estudio Exploratorio de la Calidad de Aire y Ruido en los Distritos de Panamá, San Miguelito y Colón, y su Programa de Capacitación”, ejecutada por la ANAM a través de la empresa BCEOM en el año 2003, se hizo una evaluación de la calidad del aire en algunos sitios del Distrito de Colón.

En el estudio precitado, se monitorearon los parámetros Dióxido de Nitrógeno (NO₂), Dióxido de Azufre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O₃) y Partículas de Diámetro Aerodinámico Menor a 10 Micrómetros (PM₁₀), obteniéndose valores por debajo de los recomendados por la Organización Panamericana de la Salud. En dicho estudio, igualmente se señala que de todos los parámetros analizados aquel que estuvo más cerca de los valores guías fue el CO.

Los estudios realizados para otras áreas del país, en términos generales, atribuyen los niveles de contaminación existentes en gran parte a las emisiones del tráfico vehicular, verificándose el *“aumento en las concentraciones promedio de contaminantes en los sitios de mayor tráfico vehicular, como es el caso de la Ciudad de Panamá, y su disminución en las áreas rurales del interior”*².

² URS Holdings Inc, 2006. Normas de Calidad de Aire. Informe Final. Tomo – 1.

Con el fin de conocer los niveles de calidad de aire presentes a lo largo del alineamiento propuesto, se realizó la medición de partículas totales suspendidas (PTS), partículas menores a 10 micras (PM₁₀), y de los gases contaminantes NO₂ y SO₂ para determinar el grado de contaminación del aire en seis (6) sitios ubicados en el área de influencia del proyecto para la construcción de la Fase II Autopista Panamá-Colón entre el tramo de Quebrada – López - Cuatro Altos. Dicho estudio fue ejecutado por el Instituto Especializado de Análisis de la Fundación Universidad de Panamá.

• Metodología

Los puntos de medición fueron seleccionados a partir de fotografías aéreas, considerando aquellos sitios donde podrían haber receptores sensibles y/o la influencia de otras fuentes de contaminación (vías y carreteras). Igualmente, se procuró contar con una distribución de puntos relativamente uniforme a lo largo del alineamiento propuesto para el proyecto.

En la **Figura 6-6** se muestra la ubicación de los puntos de medición, y en la Tabla 6-16 se presentan los detalles de su localización.

Tabla 6-16
Sitios de Monitoreo de Calidad de Aire

Sitio de Medición	Ubicación	Coordenadas	
		X	Y
CA1	Champion (Campeón)	1031597.33 mN	17 P 630941.69 mE
CA2	El Laguito	1033422.49 mN	17 P 628194.59 mE
CA3	Ibeorgum	1032954.42 mN	17 P 626211.44 mE
CA4	Barriada General Noriega	1030971.44 mN	17 P 623037.74 mE
CA5	Bda. Sagrada Resurrección	1031934.36 mN	17 P 623197.59 mE
CA6	Bda. Arco Iris (Hospital Cuatro Altos)	1032412.89 mN	17 P 621862.56 mE

Fuente: Generada por URS Holdings, Inc.

Durante un período de tiempo de 7 días, se midió para cada uno de los sitios seleccionados las concentraciones ambientales de los gases contaminantes NO₂ y SO₂. Además, se realizaron mediciones de PTS y PM₁₀, por 24 horas en cada sitio. Esto permitió vislumbrar el comportamiento de estos contaminantes durante el período en mención y su posible repercusión en el ambiente.

Los contaminantes medidos y las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

- Óxidos de Nitrogeno (NO₂): Método de tubos pasivos (Palmer tube - Griess-Saltzman method) de Passam AG Suiza. / una medición por siete (7) días consecutivos por sitio.
- Dióxido de Azufre (SO₂): Método de tubos pasivos (Glycerin capture / p-Rosanilina UV) de Passam AG Suiza. / una medición por siete (7) días consecutivos por sitio.
- Partículas Totales Suspendidas (PTS): Método de Referencia de la EPA RFP-1287-063 (Andersen High Volume Sampler) / una medición por 24 horas por sitio.
- Partículas Menores a 10 Micras (PM₁₀): Método Activo basado en la gravimetría. Impactador de bajo volumen y de doble impacción (Impactador Harvard o Mini Vol) / una medición por 24 horas por sitio.

• Resultados

Los resultados obtenidos, a partir de los monitoreos realizados, se muestran en la Tabla 6-17 a continuación:

Tabla 6-17
Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire

Sitio de Medición	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	PTS (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)
CA1	7.8	9.0	47.0	11.4
CA2	10.1	6.3	20.0	18.8
CA3	8.2	7.5	34.1	32.6
CA4	13.0	11.5	38.7	35.2
CA5	8.3	7.9	19.3	14.6
CA6	18.0	8.6	28.8	18.8

 = Sitios que presentaron los mayores registros.

Fuente: Instituto Especializado de Análisis de la Fundación Universidad de Panamá, 2010

En base al análisis por la metodología de tubos pasivos para los contaminantes gaseosos NO₂ y SO₂, se obtuvo como resultado un bajo nivel de contaminación ambiental del aire en los seis sitios de monitoreo; mostrándose los mayores registros para los sitios CA6 y CA4 respectivamente. Para el caso del análisis gravimétrico de material particulado de PTS y PM₁₀, se obtuvieron resultados similares a los anteriores, indicando una muy baja contaminación del aire ambiental, siendo en esta oportunidad los sitios CA1 (PTS) y CA4 (PM₁₀) los que presentaron los mayores valores (**Tabla 6-17**).

Conclusiones

Los resultados evidencian que no existe contaminación ambiental del aire por PTS, PM₁₀, NO₂ o SO₂ para el período monitoreado en los seis sitios de monitoreo, ubicados en el área de influencia del proyecto para la construcción de la Fase II Autopista Panamá-Colón del tramo de Quebrada López a Cuatro Altos.

Estos valores deberán tomarse como una referencia, específica únicamente al momento en que se tomó la muestra. La determinación de tendencias en cuanto al comportamiento de contaminantes en dichos sitios requeriría la realización de monitoreos durante largos periodos de tiempo y considerando las variables climáticas propias de las dos estaciones del año presentes en Panamá.

En el **Anexo 6-2** se presentan los reportes entregados por el Instituto Especializado de Análisis (IEA) para las mediciones de calidad de aire realizadas.

6.7.1 Ruido

El presente trabajo incluyó en materia de ruido la realización de mediciones de ruido ambiental en ocho (8) puntos situados a lo largo del alineamiento que tendrá el Tramo Quebrada López - Cuatro Altos para así conocer cuáles son las condiciones existentes sobre dicho recorrido y en los receptores sensibles, entendiéndose como receptores sensibles aquellas actividades que podrían estar sujetas a efectos significativos debido al ruido, como es el caso de residencias, escuelas, iglesias y comercios, entre otros.

Las mediciones de ruido ambiental incluyeron períodos de medición tanto en horario diurno como en horario nocturno.

• Metodología

Para las mediciones de ruido ambiental se utilizó el sonómetro calibrado Extech 407780, Integrating Sound Level Meter, con filtro para el viento. Antes y después de cada medición se verificó la calibración del equipo con la ayuda de un calibrador de campo. La certificación de calibración del sonómetro y el calibrador de campo se incluyen como Anexo 6-3 al final del documento.

El sonómetro fue colocado en cada una de las áreas de muestreo sobre un trípode a una altura aproximada de 5 pies para simular la altura promedio del oído humano, y en un ángulo de 45° en dirección a la fuente medida. Los niveles de ruido se midieron en períodos de una hora. Todos los puntos fueron medidos en horario diurno (6:00 a.m. – 9:59 p.m.) y nocturno (10:00 p.m. – 5:59 a.m.) registrando el L máximo (Lmax), L mínimo (Lmin) y L equivalente (Leq). Las mediciones se efectuaron en la Escala A. Adicionalmente, se registró información complementaria, como lo es las fuentes de ruido ambiental y las condiciones climáticas al momento de las mediciones.

La selección de la ubicación de los puntos de medición se realizó sobre la base de fotografías aéreas de la zona, sobre las cuales se superpuso el alineamiento, para así determinar cuáles podrían ser los receptores más cercanos al proyecto. Tomando como base lo anterior, se establecieron ocho (8) puntos de muestreo. En la Figura 6-6 se muestra la ubicación de los sitios de medición de ruido ambiente y en el Anexo 6-3 se incluyen fotos del proceso de medición de ruido.

Las condiciones climáticas durante las mediciones diurnas fueron constantes, sin lluvias, con calor y mucha humedad; presentándose los máximos valores de humedad en Puerto Escondido, Bda. El Maestro y Bda. Sagrada Resurrección. Mientras que durante las mediciones nocturnas los mayores valores de humedad se registraron en Ibeorgum, Área Recreativa Lago Gatún,

Champion y las barriadas Sagrada Resurrección y La Cresta. No se registraron lluvias, los días estuvieron soleados y en algunos casos nublados (Tabla 6-18).

Tabla 6-18
Condiciones Climáticas en los Sitios de Medición

Sitio de Monitoreo	Humedad Relativa (%)		Temperatura (°C)		Velocidad del Viento (Mph)	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
Punto 1. Champion	74.2	82.5	29.0	25.5	3.4	0.0
Punto 2. Bda. El Maestro	86.5	74.4	26.0	25.9	0.9	0.0
Punto 3. Ibeorgum	68.4	97.5	29.5	23.8	4.3	0.0
Punto 4. Área Recreativa Lago Gatún	65.5	85.0	29.5	25.1	2.0	0.0
Punto 5. Puerto Escondido	93.3	93.5	26.4	23.9	1.6	0.0
Punto 6. Hospital Cuatro Altos	42.8	79.2	34.6	26.9	2.8	0.0
Punto 7. Barriada La Cresta	63.9	82.7	28.4	26.9	10.7	10.1
Punto 8. Barriada Sagrada Resurrección	81.1	85.4	30.3	26.4	2.4	2.5

Fuente: URS Holdings, Inc.

• Resultados

Los resultados de las mediciones se resumen en la Tabla 6-19 y en la Gráfica 6-6 y corresponden a los puntos de medición denominados Champion, Barriada El Maestro, Iberorgum, el Área Recreativa Lago Gatún (área protegida), Puerto Escondido, Hospital Cuatro Altos y las Barriadas Sagrada Resurrección y La Cresta, de estos dos últimos sitios se presentan valores registrados para el Estudio de Impacto Ambiental Cat. I del Intercambiador Cuatro Altos³, aprobado por la ANAM en mayo del presente año, la ubicación de los sitios de monitoreo se presentan en la Figura 6-6. Los puntos que presentaron el mayor flujo vehicular fueron Puerto Escondido, Hospital Cuatro Altos y las Barriadas Sagrada Resurrección y La Cresta; ya que cerca de ellos se encuentran las principales vías de acceso hacia el área revertida por un lado y acceso a la ciudad de Colón.

³ URS Holdings, 2010. Proyecto Fase II, Autopista Panamá-Colón Intercambiador Cuatro Altos.

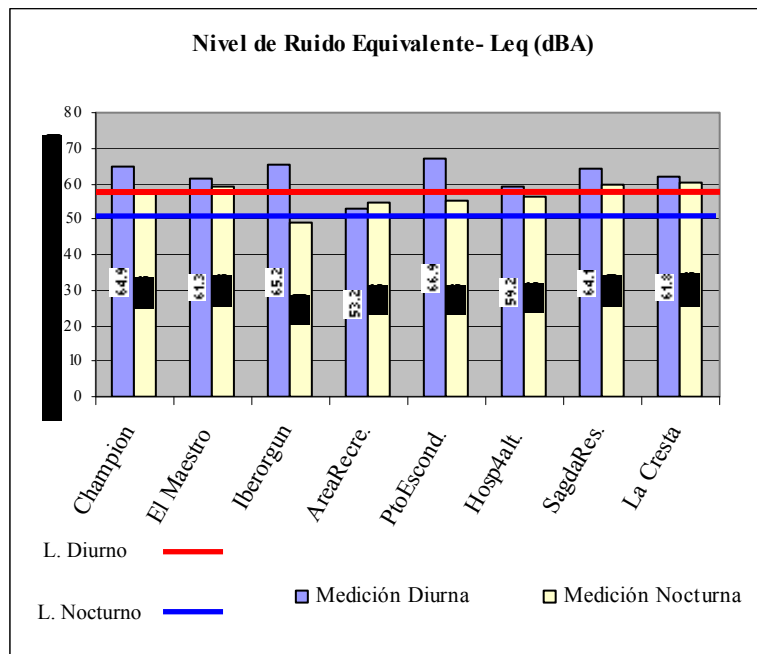
Tabla 6-19
Resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental

Ubicación	Ubicación (UTM)		Línea Base (dBA) (Marzo, Mayo- 2010)						Decreto Ejecutivo No. 1* (dBA)	
			Diurno			Nocturno				
	X	Y	Leq	Lmax	Lmin	Leq	Lmax	Lmin	Día	Noche
Punto 1. Champion	1031582	630893	64.9	84.1	49.6	58.3	77.5	51.6	60	50
Punto 2. Bda. El Maestro	1032680	630766	61.3	81.3	45.6	59.3	74.3	46.7		
Punto 3. Ibeorgum	1032940	626220	65.2	89.4	44.1	49.1	68.0	45.4	60	50
Punto 4. Área Recreativa Lago Gatún	1033305	625372	53.2	75.5	43.4	54.5	60.6	49.4		
Punto 5. Puerto Escondido	1031643	623486	66.9	84.0	48.4	55.3	79.5	47.8	60	50
Punto 6. Hospital Cuatro Altos	1032491	622080	59.2	80.4	50.9	56.5	67.0	52.0		
Punto 7. Barriada La Cresta	1032082	622776	61.8	81.5	51.5	60.3	78.1	46.9	60	50
Punto 8. Barriada Sagrada Resurrección	1032348	622957	64.1	81.2	53.4	59.9	81.4	47.7	60	50

*Decreto Ejecutivo No.1, de 15 de enero de 2004, Gaceta Oficial martes 20 de enero de 2004, No. 24,970, vigente
Fuente: Elaborado por URS Holdings, sobre la base de datos de campo.

Los resultados que se presentan en la **Tabla 6-19** y **Gráfica 6-6**, muestran como en las mediciones realizadas, los niveles diurnos actuales de ruido equivalente (Leq) sobrepasan los valores permitidos según el Decreto Ejecutivo No.1, de 15 de enero de 2004, en donde se establecen límites máximos permitidos de 60 dBA en horario diurno y de 50 dBA en horario nocturno, a excepción del Área Recreativa Lago Gatún y del Hospital Cuatro Altos, en donde se registraron valores cercanos al límite máximo permitido. Mientras que en horario nocturno, sólo en el área de Ibeorgum no se exceden los valores de la norma para este periodo de medición. Cabe destacar que esta comunidad, al igual que Champion y el Área Recreativa Lago Gatún se encuentran alejadas de las vías principales como lo es la carretera Transistmica.

Gráfica 6-6
Niveles de Ruido Equivalente (Leq) - Horario
Diurno y Nocturno



Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

Durante las mediciones se observa que el nivel de ruido equivalente diurno tuvo variaciones entre 53.2 y 66.9 dBA, correspondiendo estos resultados al nivel de ruido en el Área Recreativa Lago Gatún y Puerto Escondido respectivamente, llegando a exceder este último la normativa de referencia, cuyo nivel de ruido diurno permisible medido para un receptor residencial es de 60 dBA.

En cuanto al nivel de ruido equivalente para el período de medición en horario nocturno, este osciló entre los 29.1 y 35.1 dBA, en Ibeorgum y barriada La Cresta respectivamente, contra una referencia normativa de 50 dBA en receptores residenciales.

De los resultados obtenidos durante las mediciones de ruido diurno y nocturno, se establece que en el área de influencia del Proyecto existen actualmente altos niveles de ruido que sobrepasan la norma de referencia utilizada, a excepción de dos sitios que registraron valores por debajo, pero muy cercanos, a los niveles permisibles de esta norma en el periodo diurno y un lugar durante el periodo nocturno. Estos altos valores pueden ser atribuibles a que se tratan de sitios donde hay

ocupación actual, y el ruido puede ser propio de las actividades desarrolladas en los sitios por los receptores, la circulación de vehículos, estando algunos de estos sitios influenciados por el alto tráfico sobre la vía Transistmica, siendo esta la principal vía de acceso hacia la ciudad de Colón, Zona Libre, Arco Iris y la vía que conduce hacia el área revertida de Fuerte Espinar, Margarita y Esclusas de Gatún.

6.7.1.1 Vibraciones

En el marco de la realización de este EsIA se realizaron mediciones de vibraciones con el fin de contar con información respecto a la situación actual previo a las actividades de construcción y operación de la Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Qda. López – Cuatro Altos.

Esta sección resume la metodología empleada para el monitoreo de vibraciones y los resultados obtenidos a partir de dicho esfuerzo. Las mediciones en campo fueron realizadas por la empresa Ambiente e Industria, S. A.

• Metodología

Para la realización del EsIA, se efectuaron una serie de cuantificaciones de vibraciones sobre el suelo, las cuales fueron llevadas a cabo dentro de la franja de afectación donde serán realizadas las actividades de construcción de la Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Qda. López – Cuatro Altos.

En la cuantificación de la vibración, se realizó una primera inspección para ubicar los puntos más representativos. Posterior al recorrido del terreno y áreas con posible afectación, se escogieron diez (10) puntos, los cuales fueron priorizados en orden decreciente basado en el nivel de afectación potencial que pudieran presentar. De esta lista, se seleccionaron cinco (5) puntos, eligiendo uno como blanco o testigo por ser un área con ninguna o poca actividad humana. Estos cinco puntos fueron seleccionados considerando el trazado que tendrá la Fase II de la Autopista Panamá – Colón y la proximidad a estructuras que puedan verse afectadas por vibraciones, así como a zonas de tránsito de vehículos donde podrían encontrarse condiciones de vibraciones.

A los cinco puntos numerados como P1 a P5 se les trazó una ruta y, ellos se encuentran linealmente conectados mediante segmentos a una distancia de 10.5 kilómetros aproximadamente. Las coordenadas UTM en donde se ubican los puntos a los cuales se les cuantificó los parámetros de vibración son las siguientes (Tabla 6-20):

Tabla 6-20
Puntos Seleccionados para Cuantificación de Vibración

Puntos de Medición	Coordenadas UTM		
	Ubicación	X	Y
P1	Bda. 16 de Junio	623412	1031847
P2	Bda. Valle de San Judas	626459	1033762
P3 (testigo)	El Laguito	628129	1033179
P4	Bda. El Campeon (Champion)	630903	1031579
P5	Bda. Arco Iris	621774	1032441

Fuente: Ambiente e Industria, S. A.

La cuantificación del parámetro de vibración se realizó con equipos Extech (3) con gamas de aceleración de 200 m/s^2 , velocidad de 200 mm/s y desplazamiento de 2 mm . Esto, permite un rango de frecuencias de 1 Hz hasta 1 kHz , con resoluciones de 0.5 m/s^2 , 0.5 mm/s y 0.005 mm . Su precisión es de $\pm 5\%$.

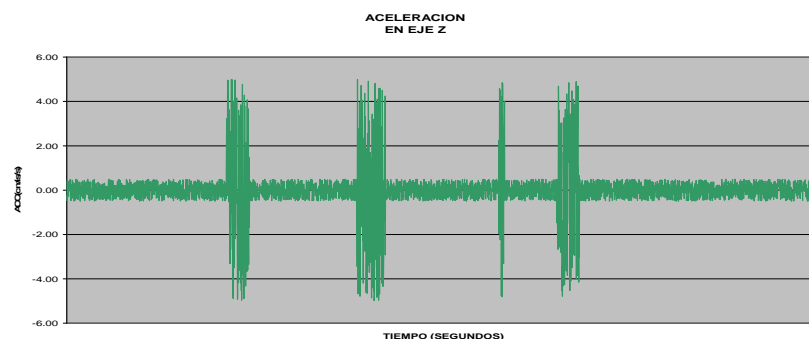
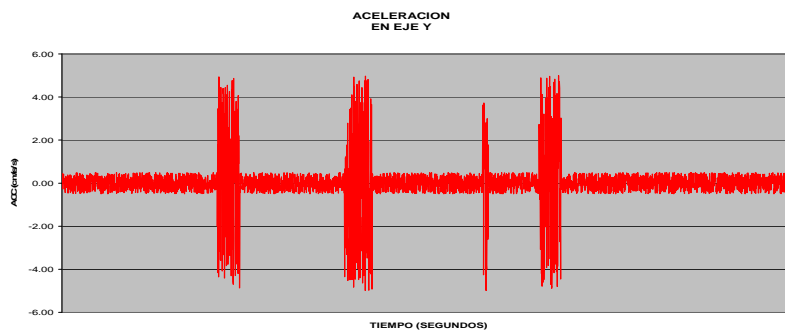
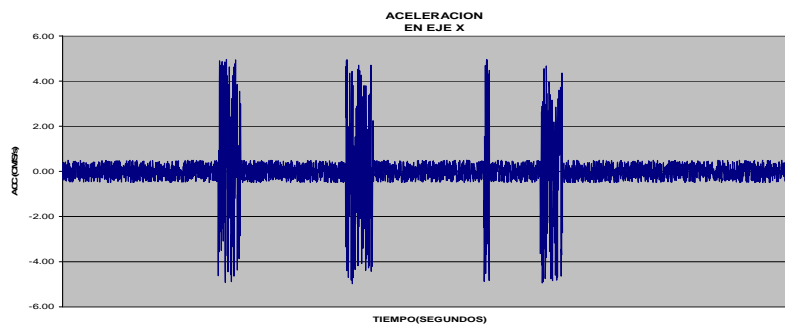
Para la captura de datos, se procedió a conectar el palpo sobre el terreno al cual se ha ubicado el sensor remoto de vibración. El equipo se conecta a un interfaz RS-232 PC para la transferencia de data y almacenamiento al computador portátil. En cada punto se realizaron mediciones de una hora (planos X, Y y Z) a intervalos de 1 segundo cada vez para almacenamiento de registro, programándose de manera automática.

• Resultados

Los resultados obtenidos en cada punto se muestran en los recuadros a continuación:

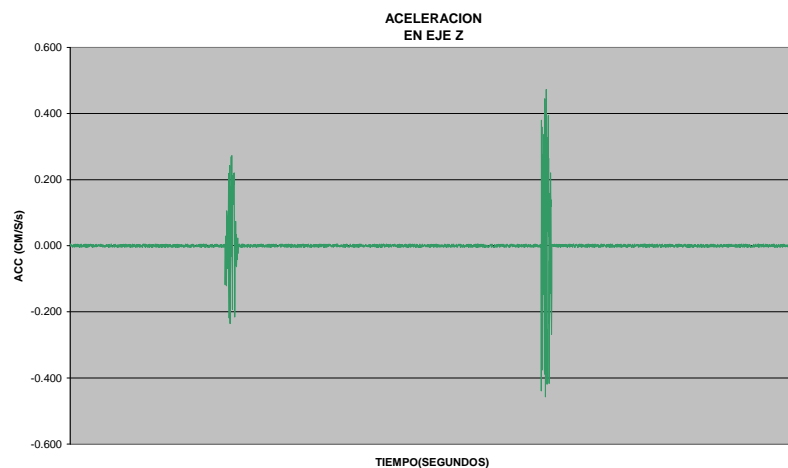
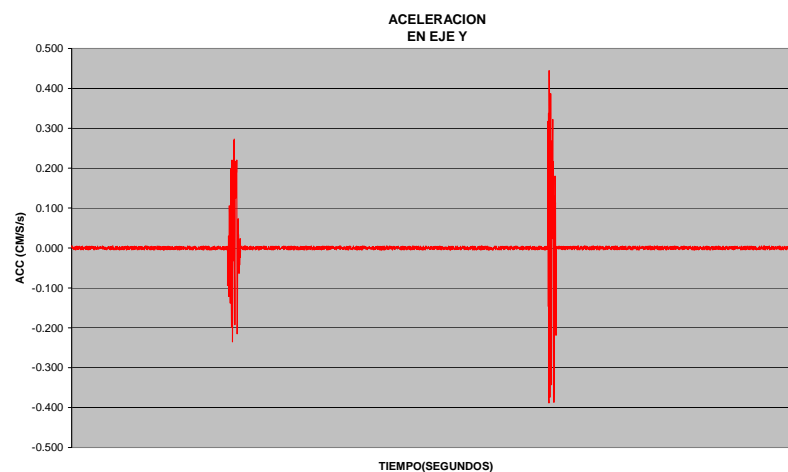
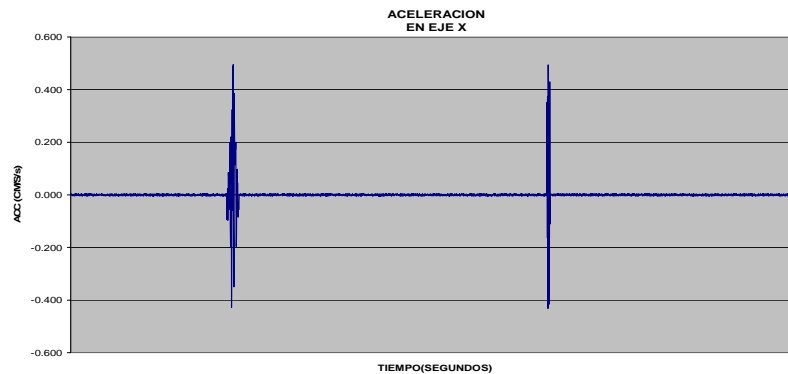
PUNTO 1: ubicado en un sector urbanizado, la altura del terreno es de unos 13 metros, la afluencia vehicular es muy poca. En el tiempo de una hora pasan 4 vehículos, la actividad humana de tránsito es poca. La lectura inicia a las 9:00 AM y culmina a las 10:00 AM. Los archivos de datos se graban como: punto1x.xls, punto1y.xls y punto1z.xls.

Comentarios: Durante los registros de vibraciones, lo más notorio que se percibe fue el paso de los vehículos cercano a los puntos donde se ubica el sensor. Adicionalmente, se mantiene un efecto de fondo producto de una máquina de bombeo en la cercanía-25 mts. En el eje X, se observó un punto máximo de 4.96 cm/s/s y en el Y de 5.00 cm/s/s. La vibración fue bastante perceptible, igualmente el efecto en las casas cercanas.



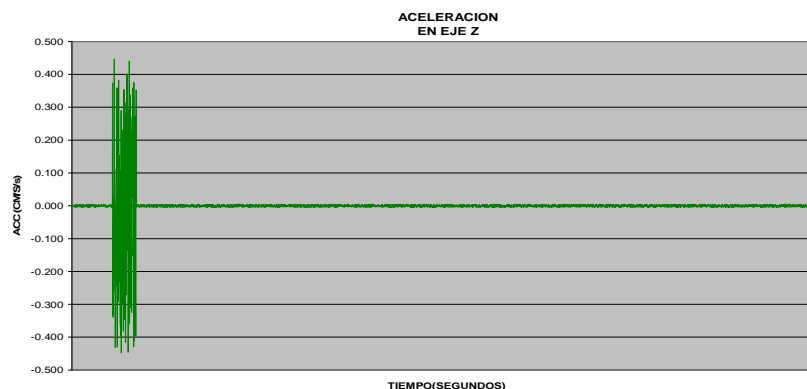
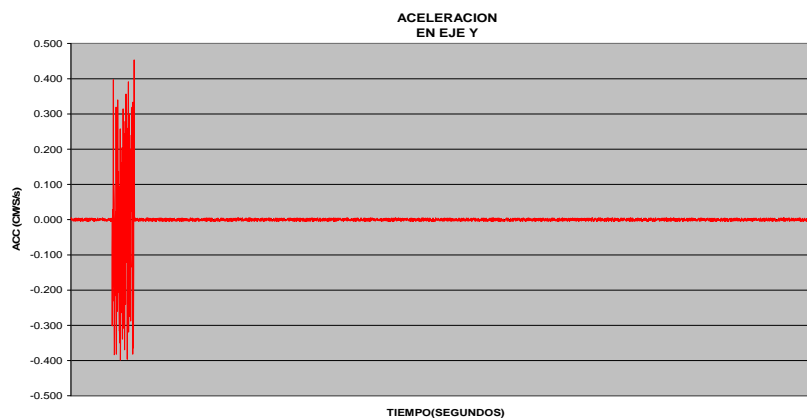
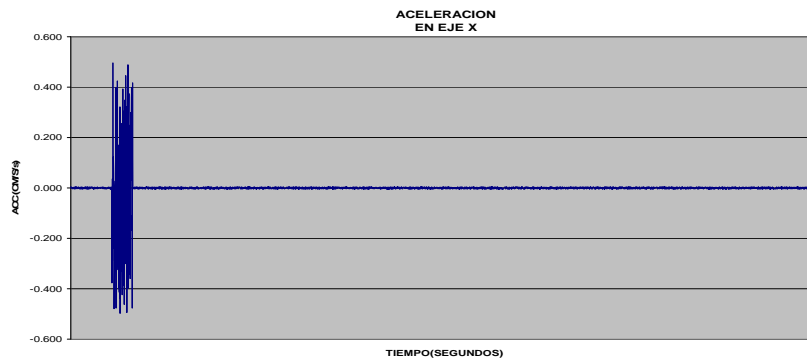
PUNTO 2: ubicado en un sector urbanizado, la altura del terreno es de unos 23 metros, la afluencia vehicular fue nula. En el tiempo de una hora no pasan vehículos, la actividad humana de tránsito es poca. La lectura inicia a las 11:15 AM y culmina a las 12:15 PM. Los archivos de datos se graban como: punto2x.xls, punto2y.xls y punto2z.xls.

Comentarios: En el lapso de una hora no se registran tránsito vehiculares, la jornada de medición no presenta novedad alguna, excepto el paso de un grupo de personas cuya actividad registra el sensor y ello en dos ocasiones. El punto máximo de aceleración se da en los 0.5 cm/s/s en X y 0.45 cm/s/s en Y y de 0.48 cm/s/s en Z.



PUNTO 3: ubicado en un sector rural, la altura del terreno es de unos 71 metros, se detectó solamente el paso de un vehículo 4x4 y se registra adicionalmente personas a caballo y animales pastando. La lectura inicia a las 2:21 PM y culmina a las 3:21 PM. Los archivos de datos se graban como: punto3x.xls, punto3y.xls y punto3z.xls.

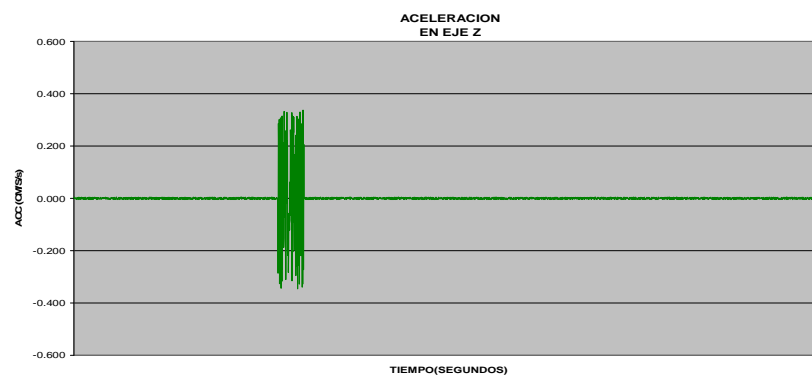
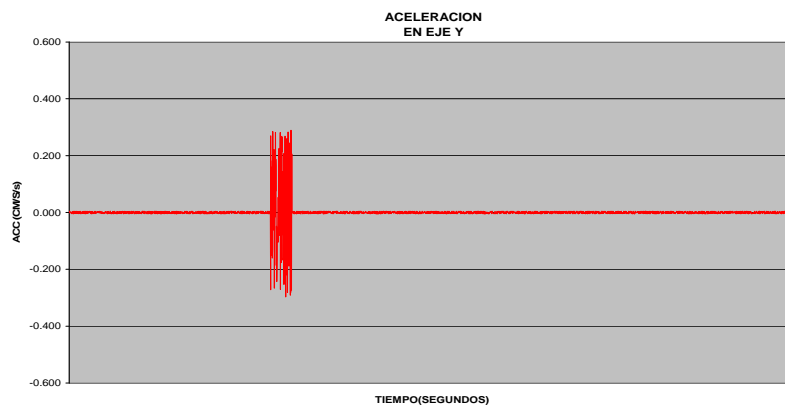
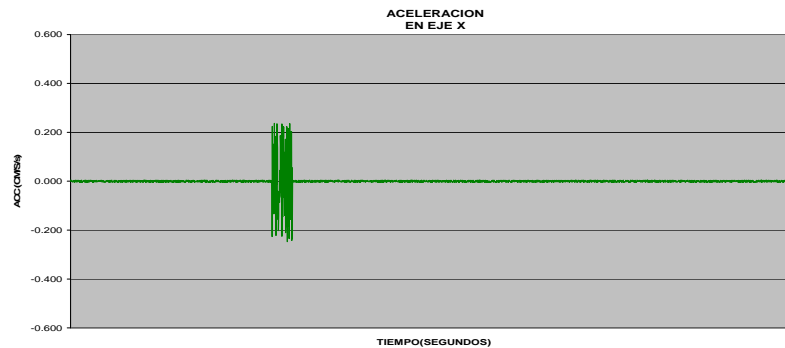
Comentarios: Este punto es tomado como referencia o testigo, debido a que se encuentra bastante alejado de poblaciones. Se observa un punto de aceleración máximo a 0.5 cm/s/s en X, de unos 0.45 cm/s/s en Y y de 0.46 cm/s/s en Z. El vehículo dista de los sensores unos 6 metros aproximadamente.



PUNTO 4: ubicado en un sector muy poco urbanizado, la altura del terreno es de unos 50 metros, la

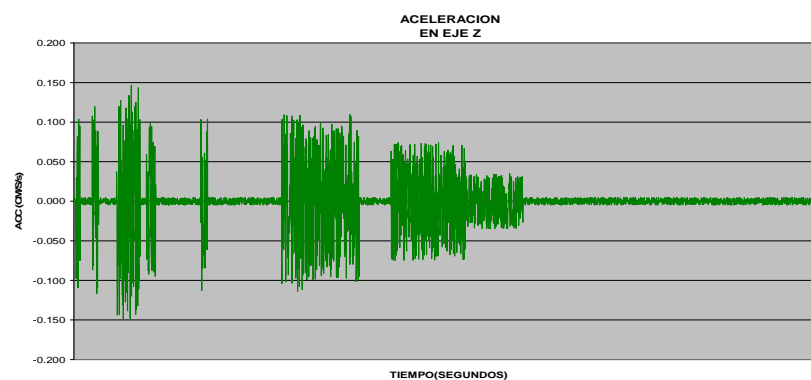
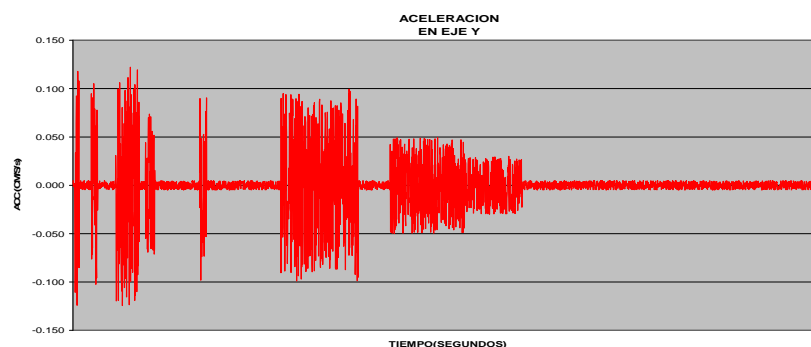
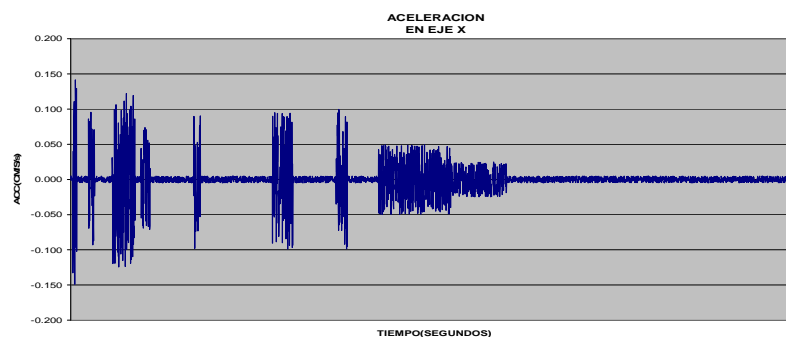
afluencia vehicular es muy poca. En el tiempo de una hora pasan 2 vehículos, la actividad humana igualmente es poca. La lectura inicia a las 8:45 AM y culmina a las 9:45 AM (un día posterior). Los archivos de datos se graban como: punto4x.xls, punto4y.xls y punto4z.xls.

Comentarios: El sensor registra el paso de dos vehículos a intervalos de 34 minutos, un vehículo pick-up y un auto sedan. A parte de ello, se da el tránsito de un sin número de personas a unos 3.5 metros del punto muestreado. El valor más alto registrado en eje X es de 0.49 cm/s/s, en el eje Y de 0.52 cm/s/s y en Z de 0.49 cm/s/s.



PUNTO 5: ubicado en un sector altamente urbanizado y cercano a Cuatro Altos en la entrada hacia Colón, la altura del terreno es de unos 7 metros, la afluencia vehicular es muy alta. En el tiempo de una hora pasan muchos vehículos, la actividad humana de tránsito es poca. La lectura inicia a las 7:41 AM y culmina a las 8:41 AM (día posterior a los primeros tres puntos) Los archivos de datos se graban como: punto5x.xls, punto5y.xls y punto5z.xls.

Comentarios: Los registros de vibraciones son abundantes, el sensor se ubica en el globo de terreno que se encuentra a un costado del hospital privado. La distancia que separa el sensor de la carretera es de unos 15 metros. Los puntos de mayor aceleración se deben al paso de equipo pesado y contenedores. El valor más alto de aceleración se da a inicio de la lectura y es de 0.14 cm/s/s en el eje X, de 0.120 cm/s/s en Y, de 0.149 cm/s/s en Z.



De acuerdo a lo anterior, en ninguno de los cinco (5) sitios que fueron monitoreados se excedió el nivel establecido en la norma de referencia como máximo, para no afectar cosméticamente a edificaciones (Norma Suiza SN 640), el cual es de 0.60 cm/s.

6.7.2 Olores

El olor es una propiedad intrínseca de la materia y se define como la sensación resultante de la recepción de un estímulo por el sistema sensorial olfativo. El término “*olor*” se refiere a una mezcla compleja de gases, vapores, y polvo, donde la composición de la mezcla influye directamente en el olor percibido por un mismo receptor⁴. Los olores pueden ser percibidos por el ser humano en forma agradable, y en algunos casos, los olores percibidos pueden provocar molestias al receptor (ser humano), afectando negativamente la sensación de bienestar, logrando provocar algunas veces efectos secundarios como dolores de cabeza, náuseas, desórdenes en el sueño, o hasta problemas respiratorios⁵. De ocurrir esta situación, la exposición a olores se transformaría en un problema de salud pública. Debido al componente subjetivo en el tema de olores, existe dificultad para discernir entre los olores “agradables” y los “desagradables”, y el determinar cuándo se traspasa el umbral de lo tolerable.

Los olores pueden ser generados por dos tipos de fuentes: naturales y antrópicas, las cuales son producidas por el ser humano y sus actividades.

El área de influencia del proyecto está conformada por dos tipos básicos de escenarios; en el primero de los casos en el AII predominan las características propiamente urbanas, con un gran desarrollo residencial, comercial e industrial. Esto ha traído como consecuencia la reducción de los espacios naturales, por lo que en dicha área los olores se encuentran relacionados principalmente a las actividades sociales y económicas que se desarrollan en las distintas comunidades tales como; los provenientes de gases de combustión generados por vehículos e industrias, el de las aguas residuales y el de los residuos sólidos (basura), como ejemplo de los más comunes.

Por otro lado, el AID por donde se ha estimado el trazado de la autopista, se puede considerar como una zona rural o semiurbana; donde predominan los paisajes naturales y es muy escasa la

⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki>

⁵ Estudio Final Científico y Técnico – Normas de Calidad de Controles de Olores Molestos, URS Holdings, Inc. Noviembre, 2004.

intervención antrópica. El sitio se caracteriza por presentar áreas de conservación como el centro agroturístico La Granja Campo y Aventura, S. A., el centro ecoturístico Nattur Panama y el área protegida Área Recreativa Lago Gatún. Debido a la poca presencia humana en esta área, no se detectaron fuentes puntuales de olores molestos. Los olores percibidos en el área son aquellos típicos generados por la naturaleza tales como; olor a vegetación, a tierra, a agua (Lago Gatún y lluvia); etc. los cuales predominan a todo lo largo del AID, con alguna excepción en aquellos sitios puntuales donde se encuentran viviendas rurales que generan olores característicos de las actividades diarias que realizan. Cabe mencionar que, durante los muestreos, dos eventos aislados de quema se suscitaron en el área (herbazal a la altura de la Potabilizadora del IDAAN), lo que generó olores molestos de paja quemada.

6.8 Antecedentes sobre la Vulnerabilidad Frente a Amenazas Naturales en el Área

La Organización de Estados Americanos “OEA” define amenazas naturales como "aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él". El término "amenazas naturales", se refiere específicamente, a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) y a los incendios que por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades. En la región donde se ubica el Proyecto de la Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos, la principal amenaza natural inherente a la construcción de la vía está asociada a la erosión hídrica y deslizamientos e inundaciones.

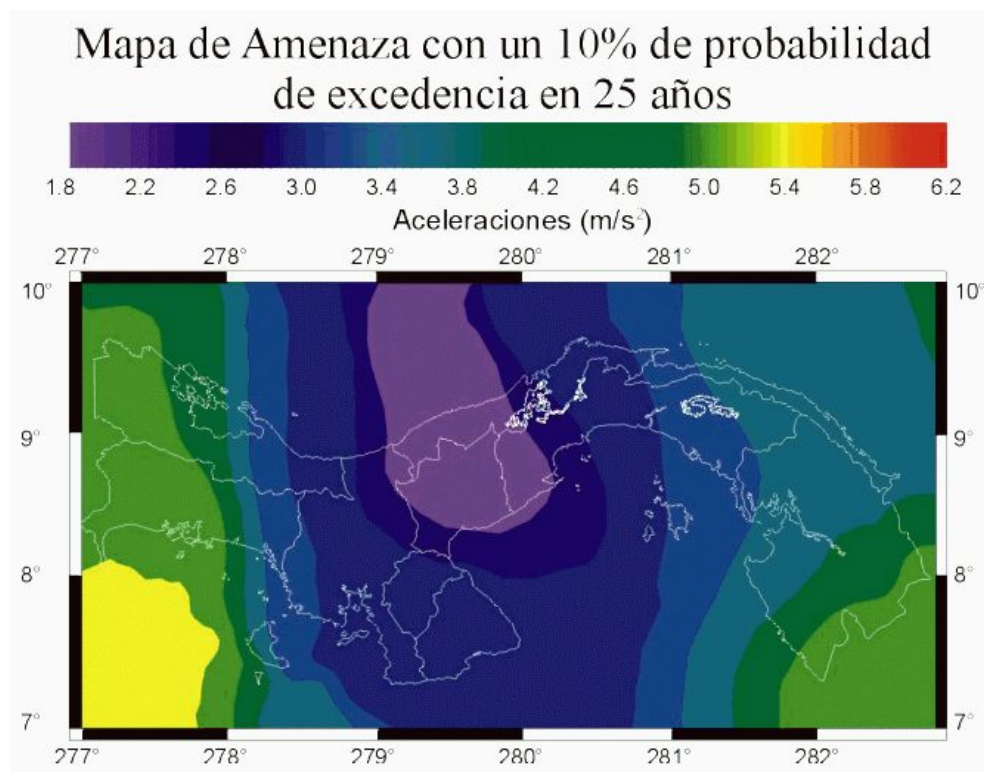
6.8.1 Riesgo Sísmico

La sismicidad en esta zona es muy baja. Según el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, el sector contiguo al Canal de Panamá es considerado de bajo riesgo sísmico. Sin embargo, a pesar de lo dicho anteriormente, eventos recientes en la provincia de Panamá, Colon y en la Comarca Kuna Yala, han realzado la preocupación acerca de la probabilidad de ocurrencia de sismos en Panamá. Al respecto vale la pena citar el Mapa de Amenaza Sísmica para la República de Panamá (Figura 6-7). El sector donde se ubica el proyecto de la Fase II de

la Autopista Panamá - Colón, no es considerado como sitio de riesgo sísmico. Según el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, el sector es considerado de bajo riesgo sísmico con una aceleración entre 2.6 y 3.0 m/s^2 en una escala que llega hasta 6.2 m/s^2

Resultados preliminares de la red de registro digital sugieren que la sismicidad en Panamá es mucho más complicada de lo que se pensaba anteriormente. El que la sismicidad en el istmo sea relativamente más baja que en el resto de América Central no quiere decir que el país está exento de sufrir sismos destructores. Eventos recientes cercanos a nuestras fronteras y ubicados en los límites del Bloque de Panamá, como son los sismos del 22 de abril de 1991 y el 18 de octubre de 1992, recuerdan que el istmo está situado en una zona sísmicamente activa. Panamá está ubicado dentro de una región sísmicamente activa, en donde existen estructuras capaces de generar sismos, de ocurrir cercanos a zonas con concentración de población e infraestructuras

Figura 6-7



Mapa de Amenaza Sísmica de la República de Panamá
Fuente: Instituto de Geociencias Universidad de Panamá

6.9 Identificación de los Sitios Propensos a Inundaciones

Las características hidrológicas y geomorfológicas en el área Proyecto Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos definen áreas con mayor vulnerabilidad a inundaciones asociadas a pendientes planas que se encuentran en las llanuras de inundación de la red de drenaje natural. Los sitios más propensos a inundaciones se ubican en las pendientes planas con elevaciones menores a 5.0 msnm. En el área de influencia directa se identifican los siguientes sitios:

- Sector de Cristóbal, el área alrededor del Residencial Sagrada Resurrección y 16 de Junio.
- Las llanuras de Inundación de la Quebrada Fantasma
- Las llanuras de inundación de la Quebrada Verbena, Comunidad de Ibeorgum, donde habitan indígenas de la etnia Kuna.

6.10 Identificación de los Sitios Propensos a Erosión y Deslizamientos

Las pérdidas de suelo por erosión hídrica son importantes debido a que los suelos erosionados son transportados por la escorrentía superficial hacia las corrientes naturales como sedimentos en suspensión. Los sedimentos tienen el potencial de contaminar las aguas, colmar lagos y afectar ecosistemas sensibles aguas debajo de su fuente. Los sitios propensos a erosión y deslizamientos en el área del Proyecto de la Fase II Autopista Panamá – Colón, Tramo Quebrada López – Cuatro Altos se asocian a los sitios con pendientes más inclinadas en el área de influencia directa y de erodabilidad del suelo alta.

Para evaluar las pérdidas de suelos por erosión hídrica causada en el área de influencia de la vía se utilizó la Ecuación Universal de Perdida de Suelos Revisada “RUSLE” de Foster y Renard (1997), que establece las perdidas en función de la pendiente, el poder erosivo de las lluvias, la cobertura vegetal y la susceptibilidad del suelo. La Ecuación $A = R * K * LS * C * P$, donde:

A: Perdida de suelo anual en Toneladas por hectárea por año.

R: Factor de Erosividad de la lluvia
K: Factor de Erodabilidad de lo suelos,
LS: Factor Largo y Grado de la pendiente,
C, P: Factor de Cobertura y Manejo del suelo

Utilizando los valores generados en el Estudio de Impacto Ambiental Categoría III Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá – Tercer Juego de Esclusas, Capítulo IV Descripción del Ambiente Físico, el Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica de Panamá, la información climatológica de la Autoridad del Canal de Panamá y otros estudios científicos; así como observaciones de campo; se estimó la erosión hídrica potencial para el área de influencia del proyecto.

La Tabla 6-21 presenta los valores de erosión hídrica considerando tres (3) escenarios: antes de la construcción, durante la construcción y con el funcionamiento de la autopista. Como se puede apreciar, las pérdidas por erosión hídrica durante el periodo de construcción de la autopista aumentarán considerablemente hasta valores de 282.8 Toneladas/ha. Siendo el área de influencia directa de la vía de 103.81 hectáreas, se estima que producirán un total de 19,895 toneladas que resultan en un incremento de aporte neto de sedimentos anual, dependiendo del tiempo de construcción en los meses de mayor erosividad de la lluvia que van de septiembre a noviembre. Estas pérdidas de suelos por erosión hídrica disminuyen drásticamente hasta valores 33.09 Ton/Ha/año al adoptarse y mantenerse las medidas de mitigación y el Plan de Manejo Ambiental propuesto en este EsIA.

Tabla 6-21
Erosión Hídrica Potencial Anual en el Área de Influencia Directa de la Vía
En Toneladas por Hectárea

Condición	Erosividad De Lluvia “R”(Ton-Acre/ha*año)	Erodabilidad Del Suelo “K”	Largo/Grado Pendiente (%) “L,S”	Cobertura Vegetal “C”	Manejo del Suelo “P”	Erosión Potencial Anual “A” (Ton/ha)
Sin Proyecto	1,010	0.28	1.25	0.08	0.45	12.73
Periodo ^I	1,010	0.28	1.00	1.0	1.0	282.8

Condición	Erosividad De Lluvia “R”(Ton-Acre/ha*año)	Erodabilidad Del Suelo “K”	Largo/Grado Pendiente (%) “L,S”	Cobertura Vegetal “C”	Manejo del Suelo “P”	Erosión Potencial Anual “A” (Ton/ha)
Construcción de Proyecto						
Periodo de ² Mantenimiento Proyecto	1,010	0.28	0.75	0.30	0.52	33.09

¹* Corresponde al Periodo de Máximo Movimiento de Tierras, si inicia en Temporada seca los impactos por erosión hídrica deben corresponder a 1/3 de los valores anuales.

² Asume la puesta en práctica de las Medidas de Mitigación y Manejo Ambiental.

Los sitios más propensos a erosión hídrica y deslizamientos se ubican en las áreas del alineamiento de la vía con pendientes mayores al 25%, siendo aún más propensos a deslizamientos los que se ubican en sitios en los cuales se tiene programado realizar voladuras. Entre los sitios más propensos a erosión y/o deslizamientos están:

- PK 2+500 al PK 3+00 Pendiente > 25%
- PK 3+500 al PK 4+00 Pendiente > 25%
- PK 5+00 al PK 6+00 Voladuras Programadas
- PK 8+500 al PK 6+00 Voladuras Programadas
- PK 8+500 al PK 10+00 Voladuras Programadas
- PK 9+500 al PK 10+00 Voladuras Programadas