

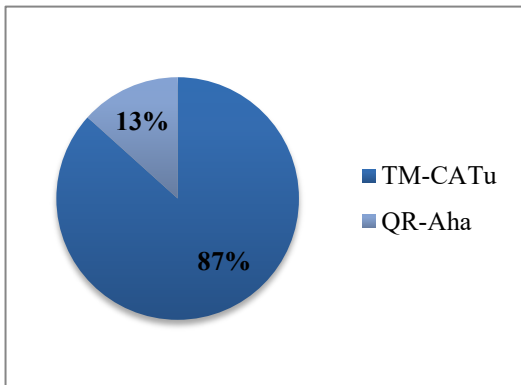
## 6. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

El presente capítulo contiene la descripción de los aspectos de línea base del ambiente físico para el área de estudio. Cabe destacar que para este estudio, el área de influencia no es continua, dado que, como se describió en el capítulo 5, el proyecto está conformado por dos tramos viales denominadas variantes del trazado de la ampliación a seis carriles de la carretera Panamericana, en donde una de ellas se encuentra en el sector de Capira y la otra en el sector de Campana. Por lo anterior, se realizó la descripción de los aspectos físicos diferenciando a que tramo de variantes corresponde, cada componente ambiental. La descripción del área de estudio, comprende tanto la revisión de fuentes secundarias, así como información primaria colectada en giras de campo a lo largo del alineamiento de ambas variantes; fotointerpretación de imágenes históricas del área; análisis físico-químico de agua superficial y suelo; monitoreos de calidad de aire, ruido y vibraciones; entre otros recursos metodológicos.

### 6.1. Formaciones geológicas regionales

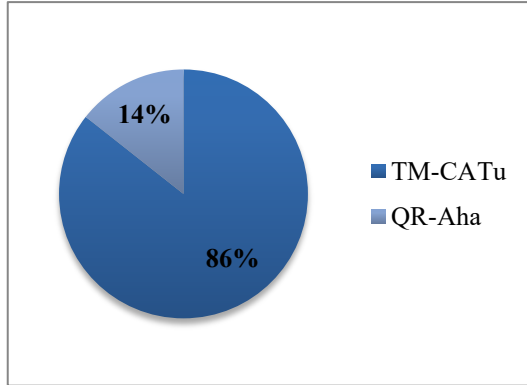
En el área de estudio se distribuyen a nivel regional, dos formaciones geológicas, de origen sedimentario (QR-Aha) y volcánico (TM-CATu). Se observa que tanto en el área de influencia directa como de influencia indirecta de las variantes de Capira y Campana, la formación predominante es la TM-CATu (Ver Gráfica 6-1 y Gráfica 6-2).

**Gráfica 6-1. Formaciones geológicas en el AID (ambas Variantes)**



Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2018

**Gráfica 6-2. Formaciones geológicas en el AII (ambas Variantes)**



Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., 2018

A continuación se exponen las características de cada una de las formaciones encontradas.

### **Formación Tocué (TM-CATu)**

La formación Tocué es de origen volcánico perteneciente al Grupo Cañazas del Período Terciario. Se conforma principalmente por andesitas, basaltos, lavas, brechas, tobas y plugs. La formación tiene características favorables para recibir, almacenar y transmitir agua, por lo que cuenta con capacidad acuífera. Corresponde a la formación de mayor representatividad en el área de estudio.

### **Formación Río Hato (QR-Aha)**

La formación Río Hato es de origen sedimentario y pertenece al grupo Aguadulce del período Terciario. La formación exhibe con frecuencia gran cantidad de materia orgánica y por lo general están saturados de agua. En algunos casos, la formación puede tener 60 metros de profundidad. Mucho del depósito se formó bajo pantanos costeros salinos, donde se les incorporó sedimentos del río Chagres. La formación está compuesta por conglomerados, areniscas, lutitas, tobas, areniscas semiconsolidadas y pómez.

#### **6.1.1. Unidades geológicas locales**

De acuerdo al Mapa Geológico 1:100,000 del Atlas Ambiental de la República de Panamá (ANAM, 2010), las formaciones geológicas en el área de estudio datan del Periodo Terciario y se encuentran representadas por dos formaciones geológicas (Figura 6-1, al final del capítulo).

En la Tabla 6-1 se presentan las características de dichas formaciones y en la Tabla 6-2 se muestra la extensión (área), tanto en hectáreas como en porcentajes, de dichas formaciones en el área de estudio. En base a lo anterior se observa que la formación Tocué (TM-CATu) predomina en la mayor parte del área de influencia.

En la variante Capira, la formación TM-CATu ocupa 46.290 hectáreas, lo cual corresponde a 100% del área de influencia directa (AID) y 321.369 ha (100%) del área de influencia indirecta (AII). Por su parte, en la variante Campana el 75.260% (40.747ha) del área de influencia directa está ubicada en la formación TM-CATu, así como 233.638ha (71.486%) del área de influencia indirecta (AII).

La Formación Río Hato (QR-Aha), se encuentra únicamente en el Suroeste del alineamiento de la variante Campana, en el distrito de Chame específicamente en el corregimiento de Sajalices, ocupando 13.395ha (24.740%) del área de influencia directa y 93.193ha (28.514%) del área de influencia indirecta.

**Tabla 6-1. Formaciones geológicas presentes en el área de influencia del proyecto (Variante Capira y Variante Campana)**

Formación	Unidad Geológica	Período	Formas	Estratotipos
Tocué	TM-CATu	Terciario	Volcánica	Andesitas, basaltos, lavas, brechas, tobas y plugs
Río Hato	QR-Aha	Terciario	Sedimentaria	Conglomerados, areniscas, lutitas, tobas, areniscas semiconsolidadas y pómez

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc. 2018.

**Tabla 6-2. Distribución de formaciones geológicas en el área de estudio**

Formación	Unidad Geológica	Variante Capira				Variante Campana			
		AID		AII		AID		AII	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Tocué	TM-CATu	46.290	100.000	321.369	100.000	40.747	75.260	233.638	71.486
Río Hato	QR-Aha					13.395	24.740	93.193	28.514
<b>TOTAL</b>		46.290	100.000	321.369	100.000	54.142	100.000	326.831	100.000

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc. 2018.

### 6.1.2. Caracterización geotécnica

Esta sección no aplica para estudios de impacto categoría II según lo establecido en el capítulo III, artículo No. 26 del Decreto Ejecutivo 123.

## 6.2 Geomorfología

Esta sección no aplica para estudios de impacto categoría II según lo establecido en el capítulo III, artículo No 26 del Decreto Ejecutivo 123.

### 6.3 *Caracterización del suelo*

A nivel general, ambas variantes coinciden parcialmente con el alineamiento existente de la carretera Panamericana. No obstante, parte de ambos diseños (variante de Capira y de Campana) tomarán rutas que se alejan del trazado actual de dicha carretera. Se observa que los suelos que se ubican paralelo al alineamiento de la carretera Panamericana, se encuentran altamente afectados por actividades antrópicas, principalmente debido a actividades de construcción y mantenimiento de la vía existente; así como también por la ubicación de locales comerciales y residencias adyacentes a la servidumbre. Todo lo anterior, genera la compactación de los suelos e incrementa el riesgo potencial de contaminación de los mismos.

A continuación, se describen las principales características de los suelos existentes en el área, sobre la base de la revisión de información bibliográfica disponible y los resultados obtenidos en muestras de suelos colectadas a lo largo del alineamiento de ambas variantes. Para mayor detalle en cuanto a la metodología de muestreo de suelos, ver el Capítulo 3 del presente estudio.

#### **Tipo de suelos**

En ambas variantes (Capira y Campana), se observan suelos que han sido históricamente perturbados por las acciones antrópicas llevadas a cabo para la construcción de la red vial y su servidumbre, y por la presencia de actividades humanas diversas (infraestructura de uso comercial, residencial y potreros). Estos suelos, desde el punto de vista edafológico, son clasificados como Antrosoles por ser suelos que han recibido un fuerte impacto antrópico en el proceso de conformación. No obstante, cabe destacar que de acuerdo con las vistas de imágenes satelitales de Google Earth<sup>®</sup>, ambas variantes inciden sobre superficies con menor grado de perturbación. En estas áreas poco perturbadas, predominan suelos Inceptisoles y Ultisoles así como suelos rocosos que han sido sometidos a deforestación y a los incendios, formados a partir de un material parental de rocas sedimentarias con un régimen de precipitación údico.

Durante la gira de campo en el área de estudio, se observaron dos tipos de suelos predominantes.

A continuación se describen sus principales características.



### ***Suelos Aluviales***

Los suelos analizados en los sitios se corresponden mayoritariamente con matrices Aluviales y se encuentran en las terrazas fluviales de los diferentes cauces atravesados. Estos suelos se caracterizan por ser planos tener una fertilidad intrínseca superior de los Ultisoles y Oxisoles, con textura de franco arcillosa a arcillosa hasta franco arcillo arenosa. Son generalmente de textura más gruesa que los Ultisoles (menos arcilla). Se clasifican como Entisoles por ser suelos de llanuras aluviales muy recientes que no presentan horizontes diagnósticos.

Se caracterizan por ser suelos planos sin piedras, de fertilidad medianamente baja. Como son de reciente deposición, el proceso de lixiviación no ha sido tan fuerte, por lo que su contenido de bases, capacidad de intercambio de cationes y acidez, es aceptable para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Su principal limitación es el potencial de inundabilidad, debido a que se encuentran en áreas bajo el impacto de las crecidas de los ríos, sin embargo, tienen el mayor potencial para las actividades agrícolas en épocas más secas.

### ***Suelos Ultisoles y Oxisoles***

Por su parte, solo los suelos de la zona de Altos de Campana pertenecen a Ultisoles y Oxisoles. Están formados por la acción de los agentes abióticos de formación del suelo como son principalmente un régimen de precipitación intensa sobre las rocas ígneas a través del tiempo dando origen a suelos arcillosos, ácidos de relativa baja fertilidad y materia orgánica, que son más resistentes a la erosión que los desarrollados a partir de los depósitos aluviales. Los Oxisoles, aunque son ácidos y de baja fertilidad, resultan más resistentes a la erosión hídrica que los suelos aluviales, que en general son más fértiles.

### **Calidad del suelo**

Para el caso del presente estudio, se tomaron muestras en seis (6) puntos distribuidos a lo largo del alineamiento del proyecto, los cuales se muestran en la Figura 6-2b (al final del capítulo). Posteriormente, se realizaron análisis de sus características físicas y químicas, siguiendo la metodología señalada en el Capítulo 3. En la Tabla 6-3 se presentan las coordenadas de los puntos de muestreo (UTM WGS-84).

**Tabla 6-3. Coordenadas de los puntos de muestreo de suelo**

Nº	Nomenclatura en campo	Referencia de ubicación	Coordenadas UTM (WGS 84)	
			Este	Norte
1	SU-7	Río Capira	624035	968111
2	SU-8	Río Capira	623723	967647
3	SU-9	Quebrada sin nombre	623563	963411
4	SU-10	Río Camarón	624394	961935
5	SU-11	Capira	623706	969633
6	SU-12	Campana	623197	963220

Fuente: Elaborado por URS Holdings, 2018.

Según la Norma de Calidad Ambiental de Suelos de la ANAM (actualmente Ministerio de Ambiente), la contaminación de los suelos se evalúa a través de la actividad de la deshidrogenasa y el contenido de materia orgánica del suelo. Con estos niveles se calcula el Índice de Actividad Microbiana "I.A.M.". Para evaluar este aspecto el laboratorio PFR Environmental S.A., realizó la toma de muestras y análisis de laboratorio en cada uno de los puntos antes mencionados, y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6-4. En el anexo 6-1 se incluye el informe de monitoreo de calidad ambiental del laboratorio PFR. Asimismo, en el anexo 6-2 se incluyen los resultados del ensayo de suelos.

**Tabla 6-4. Resultados de los Análisis en Muestras de Suelo**

Parámetros	Puntos de muestreo						Límite normativa*
	SU-7	SU-8	SU-9	SU-10	SU-11	SU-12	
Actividad de la deshidrogenasa (µgTFF/g)	110	48	60	62	72	67	---
Materia orgánica (%)	4.0	3.7	3.8	3.1	3.5	3.4	---
pH	6.1	6.3	5.8	5.7	5.6	5.7	---
Índice de la actividad microbiológica**	27.5	12.97	15.79	20	20.57	19.71	0.5 – 22.0
Textura/Arena (%)	15	20	45	20	20	15	---
Textura/Limo (%)	55	55	30	50	55	60	---
Textura/Arcilla	30	25	25	30	25	25	---

Parámetros	Puntos de muestreo						Límite normativa*
	SU-7	SU-8	SU-9	SU-10	SU-11	SU-12	
(%)							
Tipo de suelo	Franco-limoso-arcilloso	Franco-limoso-arcilloso	Franco-arenoso	Franco-limoso-arcilloso	Franco-limoso-arcilloso	Franco-limoso-arcilloso	---
Potasio (ppm)	120	131	240	278	147	112	---
Calcio (ppm)	2.3	1.9	2.7	2.6	2.9	2.6	---
Magnesio (ppm)	1.9	1.2	3.5	3.2	2.4	1.2	---
Fósforo (ppm)	4.1	3.3	3.0	2.6	4.1	2.9	---
Hierro (ppm)	110	129	121	90	134	137	---
Manganeso (ppm)	35	26	27	33	24	28	---

\*: Decreto Ejecutivo N° 2 del 14 de enero de 2009. "Calidad de Suelos para diversos usos".

\*\*.: Relación actividad deshidrogenasa / materia orgánica.

Fuente: Elaboración de URS Holdings, Inc., basado en el informe del laboratorio PFR ENVIRONMENTAL S.A.

Los resultados obtenidos indican la presencia de un Índice de Actividad Microbiológica entre 12.97 y 27.5. Lo anterior indica que sólo un (1) punto excede el límite máximo establecido en la normativa nacional para suelos no contaminados. Este sitio corresponde al SU-7 localizado en los alrededores del río Capira, con niveles altos de materia orgánica (4.0%) y una actividad de la enzima deshidrogenasa, la cual es una medida de respiración junto con la actividad metabólica en general, cuyo valor es de 110 µgTFF/g, indicando que una actividad microbiana que se mantiene por la presencia de la materia orgánica. Los suelos muestran condiciones de pH ácido moderado a fuerte (5.6-6.3). Estas condiciones pudieran relacionarse con el grado de intervención generado por ser áreas de servidumbre vial y zonas con desarrollo de actividades antrópicas y tránsito vehicular.

Asimismo, se observa que las variables que definen la fertilidad de los suelos, consideradas en el presente estudio, se mantienen todas en niveles bajos. En líneas generales se observa que son suelos poco fértiles, lo cual se corresponde con lo señalado anteriormente en cuanto al grado de afectación existente.

### 6.3.1 Descripción del uso del suelo

El desarrollo de las obras se realizará en áreas de uso público y privado como son las vías de circulación vehicular, servidumbre vial y fincas privadas. Debido a que el área de influencia directa del Proyecto, si bien abarca parte de la servidumbre vial de la carretera Panamericana, se recorren espacios con desarrollo urbano, por lo cual se debe tener en cuenta que el proyecto conlleva un Plan Marco de Indemnizaciones y Relocalización y debe cumplir con lo establecido en la ***Resolución No. 009-11 de 20 de enero de 2011, por medio de la cual se establece el procedimiento de pago de afectaciones de propiedades por la ejecución de proyectos del Ministerio de Obras Públicas a nivel nacional***, para aquellos casos en que surgiera la necesidad de afectar estructuras o propiedad privada, tal como se describe en el capítulo 10, correspondiente al Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Los usos actuales de los suelos en el área de influencia del presente proyecto se establecieron a partir de las imágenes actualizadas del área de influencia, el análisis del Sistema de Información Geográfico y verificaciones en campo. La descripción de los diferentes usos del suelo, se presenta a detalle en los capítulos 7 y 8 del presente estudio.

En líneas generales, se observa que en el área de influencia directa del proyecto están presentes áreas de gramíneas, rastrojos, potreros, cruces de cuerpos de agua y vías existentes e infraestructuras asociadas a uso comercial, residencial (más detalle se presenta en el capítulo 7 y 8 del presente estudio).

### 6.3.2 Deslinde de la propiedad

El alineamiento del proyecto “Variantes de la ampliación a seis (6) carriles Corredor de las Playas Tramo 1: La Chorrera – Santa Cruz”, ha sido trazado en general sobre terrenos no construidos y el cual será conectado al proyecto de “Ampliación a seis carriles de la carretera Panamericana Tramo 1”. En su mayoría se trata de terrenos con diferente tipo de tenencia, se encuentran sectores de servidumbre vial, así como terrenos de propiedad privada r, terrenos municipales, entre los cuales se encuentran las vías públicas y el área de servidumbre de estas vías.

Dentro de los terrenos a ser intervenidos, fuera de servidumbre vial y en ocasiones dentro de estas, están presentes algunas estructuras de tipo permanente y semi-permanente, predios y/o cercas, las cuales se relacionan con diversos tipos de usos y que pueden ser afectadas de forma parcial o total. Para atender estos casos, se realizó un inventario preliminar de estructuras establecidas en las áreas a ser ocupadas por el proyecto, identificándose el tipo de estructura existente y usos asociados. Los resultados de dicho levantamiento se presentan en el capítulo 8 del presente estudio. Cabe resaltar que el promotor o el contratista deben cumplir con lo establecido en la Resolución No. 009-11 de 20 de enero de 2011, por medio de la cual se establece el procedimiento de pago de afectaciones de propiedades por la ejecución de proyectos del Ministerio de Obras Públicas a nivel nacional. Ver en capítulo 10, procedimiento completo.

### 6.3.3 Capacidad de uso y aptitud del suelo

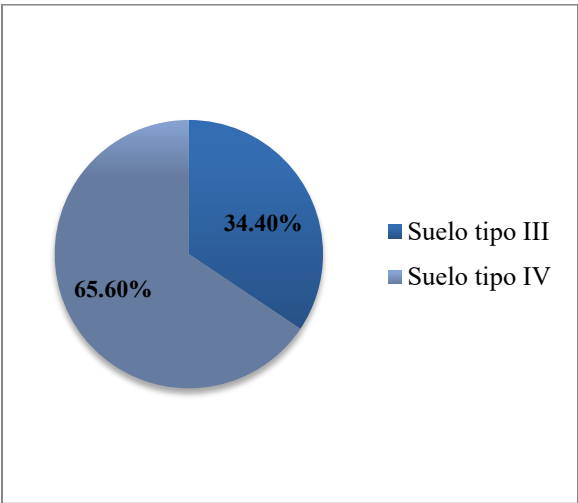
La capacidad de uso se define como el potencial que tiene una unidad de suelo para ser utilizada de una manera sostenida sin sufrir deterioro en su capacidad productiva. Para la caracterización de la capacidad de uso de los suelos se utilizó el método del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América "U.S.D.A." que establece la capacidad en base a parámetros agrológicos como: pendiente, erosión sufrida, profundidad efectiva, textura, pedregosidad, fertilidad, salinidad; toxicidad, drenaje e inundabilidad. Esta clasificación establece ocho clases que van de la I a la VIII, en función de las limitaciones que presentan para su uso, así como los riesgos a las inundaciones y erosión, entre otras. A continuación se presentan las características generales de las diferentes categorías de uso de suelos.

- **Suelos Clase I:** Estos suelos corresponden a suelos arables, prácticamente sin restricciones de uso.
- **Suelos Clase II:** Estos suelos son arables, con algunas limitaciones en la selección de plantas y que requieren de una conservación moderada.
- **Suelos Clase III:** Son suelos con pendientes de hasta 5 por ciento, moderadamente profundos, de mediana a baja fertilidad y riesgo de inundación bajo. Se encuentran en áreas de depósitos fluviales de la red hidrográfica. Su aptitud de uso máxima son los cultivos semi-permanentes y permanentes.

- **Suelos Clase IV:** Son suelos relativamente planos con pendientes de hasta 9 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 y en suelos calcáreos. Su aptitud de uso máxima son los cultivos semi-permanentes y permanentes.
- **Suelos Clase V:** Los suelos Clase V son los suelos de aptitud principalmente para la actividad ganadera y los cultivos permanentes. Los suelos Clase V tienen pendientes de hasta 25% con alguna o varias de las siguientes limitantes: suelos someros, pedregosidad fuerte, problemas de erosión moderada, o riesgo de inundación severo. Su capacidad de uso máximo es el pastoreo y los cultivos permanentes, pudiéndose utilizar sistemas de manejo de agricultura sostenible. En áreas boscosas, el manejo del bosque natural es permitido.
- **Suelos Clase VI:** Los suelos clasificados como Clase VI son aptos para la producción forestal, tales como los sistemas de manejo sostenible como la agro forestería con frutales y café. Los suelos Clase VI presentan pendientes de hasta 35% con alguna o varias de las siguientes limitaciones: pedregosidad fuerte, problemas de erosión severos o intensidad de vientos moderada.
- **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 preservación 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.
- **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. Son suelos con pendientes mayores de 75% y menos de 30 centímetros de profundidad efectiva, los suelos con problemas de erosión muy severos son incluidos en esta categoría. También se incluyen en esta categoría los suelos dentro de las áreas protegidas. Se ubican en las áreas más escarpadas y de difícil acceso.

En el área de influencia directa del proyecto (*considerando ambas Variantes*) se observan suelos Clase III y IV siendo los suelos Clase IV los que ocupan la mayor extensión con 65.888 hectáreas (65.605%) en el área de influencia directa, como se muestra en la Gráfica 6-3. Ver Figura 6-3 (incluida al final del capítulo). Los suelos Clase IV, son generalmente planos, medianamente profundos de fertilidad baja. Son suelos con pendientes de hasta 30 por ciento, moderadamente profundos, de mediana a baja fertilidad y riesgo de inundación moderado. Se encuentran en áreas muy reducidas a orillas de la red fluvial y todos ya se encuentran bajo uso agrícola con cultivos de café o plátanos principalmente. Su uso para cultivos anuales mecanizados, requiere de la implementación de prácticas intensivas de encalado-fertilización y conservación de suelos y aguas. Otro uso menos restrictivo son los cultivos semi-permanentes y permanentes.

**Gráfica 6-3. Capacidad agrológica en suelos del AID (ambas Variantes)**



Fuente: Elaborado por URS Holdings, 2018.

En la Variante Capira, tanto en el área de influencia directa como indirecta, predominan los suelos tipo IV. Para el área de influencia directa, se aprecia una extensión de estos suelos, de hectáreas (%); mientras que en el área de influencia indirecta, los mismos suelos tienen una extensión de hectáreas (%). Los resultados obtenidos del análisis de capacidad agrológica para la Variante Capira se muestran en la Tabla 6-5.

**Tabla 6-5. Capacidad agrológica de los suelos en el área de influencia (Variante Capira)**

Categorías de capacidad agrológica	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
III	14.117	30.496	99.183	30.863
IV	32.173	69.504	222.186	69.137
<b>Total</b>	<b>46.290</b>	<b>100.00</b>	<b>314.205</b>	<b>100.000</b>

Fuente: Generado por URS Holdings, Inc. con Cobertura de Suelo y el SIG, 2018

Al analizar específicamente la Variante Campana, se observan suelos de tipo III, IV en el área de influencia directa y suelos de tipo VII en el área de influencia indirecta (Ver Tabla 6-6). En el área de influencia directa de la Variante Campana, predominan los suelos tipo IV con una extensión de 33.715 hectáreas (62.271%). En el área de influencia indirecta, igualmente predominan los suelos de tipo IV, con una extensión de 211.778 hectáreas (64.797%).

**Tabla 6-6. Capacidad agrológica de los suelos en el área de influencia (Variante Campana)**

Categorías de capacidad agrológica	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
III	20.427	37.729	111.558	34.133
IV	33.715	62.271	211.778	64.797
VII			3.495	1.070
<b>Total</b>	<b>54.142</b>	<b>100.000</b>	<b>326.831</b>	<b>100.000</b>

Fuente: Generado por URS Holdings, Inc. con Cobertura de Suelo y el SIG, 2018

Los resultados también muestran que en el área a ser intervenida (ambas variantes), predominan los suelos de menor capacidad agrológica, lo cual se corresponde con la intervención existente en el área, mencionada anteriormente, por la presencia de vías de circulación, servidumbres públicas y terrenos privados, algunos con estructuras de uso residencial y comercial.



## 6.4 *Topografía*

Para describir la topografía de los suelos en el área de estudio se utilizó el Mapa Topográfico Escala 1:50,000 de la cartografía base del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia” y el Sistema de Información Geográfico SIG (Mapa Topográfico 1:50,000). Ambas variantes atraviesan una zona de orografía plana a ondulada, lo cual se ha tenido en cuenta para el trazado del perfil longitudinal. La topografía es principalmente plana, lo cual es producto del grado de intervención existente en la mayor parte del proyecto. La variante de Campana, específicamente al Suroeste del alineamiento, exhibe las menores elevaciones que oscilan entre 40 y 100 metros sobre el nivel del mar. A medida que el alineamiento se desplaza más hacia el Norte, se observan un incremento en las elevaciones, siendo la mayor la cota 240 m.s.n.m. en el sector medio de la variante, aproximadamente, observándose luego una disminución en las cotas hasta alcanzar los 140 m.s.n.m. en el extremo Norte de esta variante. La variante de Capira, por su parte, exhibe elevaciones que oscilan entre 120 y 140 m.s.n.m.

### 6.4.1 **Mapa topográfico o plano según área a desarrollar a escala 1:500,000**

En la Figura 6-4, al final del documento, se representa la topografía del área Proyecto en escala 1:50,000.

## 6.5 *Clima*

La descripción climatológica del área de estudio incluyó el análisis de los siguientes parámetros: precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y evaporación. Con este propósito, se utilizaron los datos históricos disponibles en la página web de ETESA (<http://www.hidromet.com.pa>). En la Tabla 6-7, se presentan las dos (2) estaciones meteorológicas seleccionadas, utilizando como principal criterio de selección la cercanía de las mismas al área del proyecto y la cantidad de años de registro. Adicionalmente se incluyeron otras estaciones meteorológicas a modo de referencia, dado que están alejadas del proyecto pero son las únicas con información disponible.

**Tabla 6-7. Datos climáticos históricos. Estaciones meteorológicas seleccionadas**

N°	Nombre	Período disponible	Elevación (msnm)	Coordenadas UTM (WGS 84)		Tipo de Estación	Parámetros utilizados
				Este	Norte		
138-002	Capira	1969-1979	117	623376	967397	Tipo B, convencional	Precipitación
138-006	Sajalices	1970-1998	40	624681	960029	Tipo C, convencional	Precipitación

Fuente: www.hidromet.com.pa.

### 6.5.1 Tipo de clima

La zona donde se desarrollará el Proyecto “Variantes – Corredor de las Playas Tramo 1: La Chorrera – Santa Cruz”, según la clasificación de McKay<sup>1</sup>, se caracteriza por presentar un Clima Tropical con Estación Seca Prolongada, como se observa en la Figura 6-5 (al final del capítulo). Este tipo de clima se caracteriza por presentar temperaturas medias de 27 a 28 °C y un nivel de precipitación anual menor a 2,500 mm. Asimismo, se caracteriza por presentar fuertes vientos durante la estación de sequía, con predominio de nubes medias y altas, baja humedad relativa y fuerte evaporación.

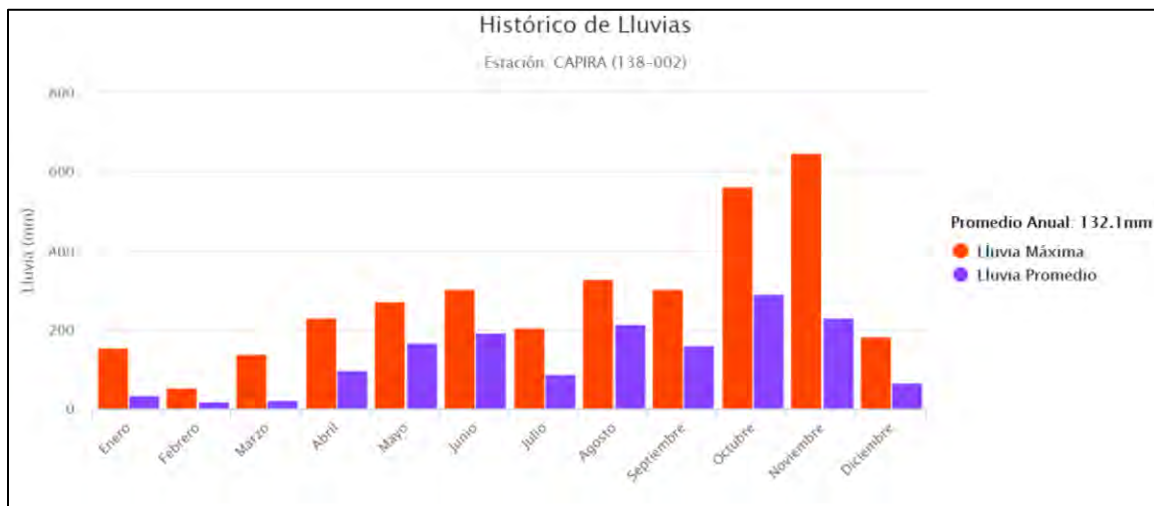
#### 6.5.1.1 Precipitación

Para la variante de Capira, la estación disponible es la Estación Capira (138-002). Los datos mensuales del histórico de precipitación, obtenidos de esta estación son presentados en la Tabla 6-8 y en la Gráfica 6-4. Se observa un promedio anual de 132.1 mm/año. Los promedios mensuales muestran los valores más bajos entre enero y marzo (oscilando entre 17.6 y 36.3 mm). Posteriormente, se observa un incremento gradual en la precipitación alcanzando su valor máximo en octubre (291.2 mm), con una disminución en el mes de julio y a final de año. El menor valor se presentó en febrero (17.6 mm).

<sup>1</sup> Dato obtenido de la superposición del área de estudio contra el mapa de climas del Atlas Nacional de la República de Panamá de 2010.

**Tabla 6-8. Datos históricos de precipitación. Estación Capira**

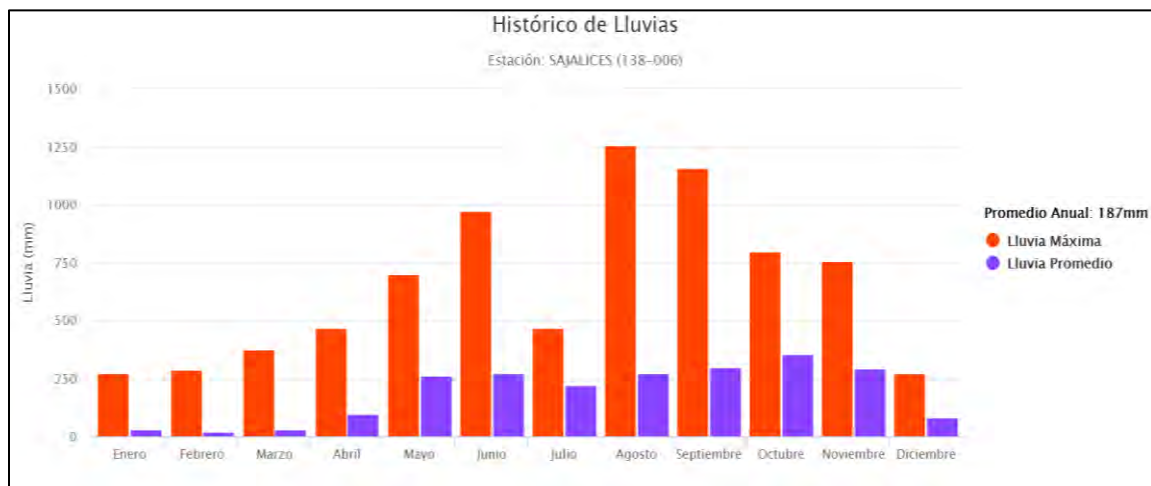
Precipitación	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximo (mm)	153.9	53.6	139.6	230.7	273.0	302.0	207.0	330.2	303.2	562.4	648.9	182.7
Promedio Mensual (mm)	36.3	17.6	23.5	98.7	167.0	192.0	88.1	214.0	161.4	291.2	230.4	65.3
Promedio Anual (mm)	132.1											

Fuente: <http://www.hidromet.com.pa/>**Gráfica 6-4. Datos históricos de precipitación. Estación Capira**Fuente: <http://www.hidromet.com.pa/>

En cuanto a la variante de Campana, la estación pluviométrica más cercana corresponde a la Estación Sajalices (138-006). Los registros históricos obtenidos de esta estación son presentados en la Tabla 6-9 y en la Gráfica 6-5. Se observa un promedio anual de 187 mm, en comparación a la Estación de Capira. A lo largo del año, se observan valores de 22.5 a 99.9 mm, de diciembre a abril, para luego incrementar los niveles entre 221.1 a 353.5 mm, manteniendo entre mayo a noviembre niveles más homogéneos.

**Tabla 6-9. Datos históricos de precipitación. Estación Sajalices**

Precipitación	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximo (mm)	274.0	286.2	378.3	467.6	700.7	973.8	467.0	1259.7	1159.2	798.2	758.7	271.6
Promedio Mensual (mm)	31.7	22.5	30.8	99.9	262.5	273.8	221.1	271.0	301.5	353.5	291.4	84.2
Promedio Anual (mm)	187											

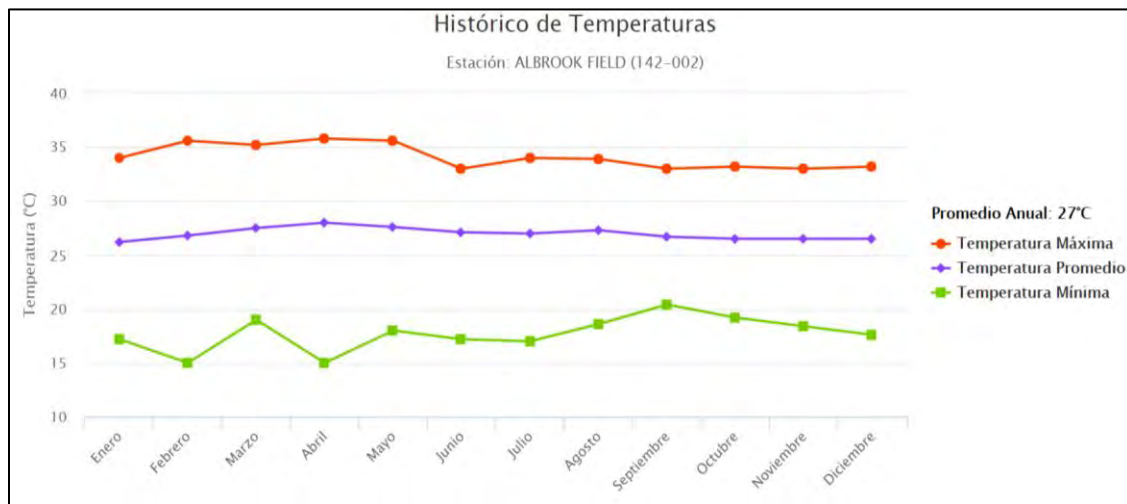
Fuente: <http://www.hidromet.com.pa/>**Gráfica 6-5. Datos históricos de precipitación. Estación Sajalices**Fuente: <http://www.hidromet.com.pa/>

### 6.5.1.2 Temperatura

Los datos históricos de la estación más cercana al área del proyecto corresponden a la estación Albroom Field. Los datos analizados se presentan en la Tabla 6-10 y la Gráfica 6-6. La temperatura promedio anual es de 27 °C, con valores promedios mensuales con variaciones a lo largo del año entre 26.2 y 28.0 °C. Por su parte, el valor máximo de temperatura corresponde a 35.8 °C en abril, mientras que los valores mínimos mensuales descienden hasta los 15.0 °C en febrero y abril.

**Tabla 6-10. Datos históricos de temperatura. Estación Albrook Field**

Temperatura	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximo (°C)	34.0	35.6	35.2	35.8	35.6	33.0	34.0	33.9	33.0	33.2	33.0	33.2
Mínimo (°C)	17.2	15.0	19.0	15.0	18.0	17.2	17.0	18.6	20.4	19.2	18.4	17.6
Promedio Mensual (°C)	26.2	26.8	27.5	28.0	27.6	27.1	27.0	27.3	26.7	26.5	26.5	26.5
Promedio Anual (°C)	27											

Fuente: <http://www.hidromet.com.pa/>**Gráfica 6-6. Datos históricos de temperatura. Estación Albrook Field**Fuente: <http://www.hidromet.com.pa/>

Adicionalmente, se analizaron los registros de temperatura de la estación climatológica SE Chorrera (Tabla 6-11), los cuales indican que en los años de registro la temperatura media anual osciló entre 24.73 y 26.05°C, donde las temperaturas más bajas y más altas promedio (diarias) oscilaron entre 21.63-22.87 °C y 29.66-30.92 °C, respectivamente. Mientras que a nivel anual, la temperatura mínima absoluta fue de 19.30 a 21.10 °C y la temperatura máxima absoluta varió entre 32.00 y 34.00 °C.

**Tabla 6-11. Registros de temperatura. Estación SE Chorrera**

Año	Valores de Temperatura (°C)				
	Media	Mínima promedio	Máxima promedio	Mínima absoluta	Máxima absoluta
2011	25.73	22.79	30.45	21.10	33.30
2012	25.70	22.79	30.45	19.30	33.70
2013	26.05	22.87	30.92	19.70	33.30
2014	25.54	22.40	30.38	20.40	34.00
2015	24.73	21.63	29.66	19.80	32.10
2016	25.59	22.04	29.95	19.80	32.00

Fuente: ICEACSA, 2018. Información generada para la licitación del proyecto Estudio, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras para la Ampliación y Rehabilitación a Seis (6) Carriles – Corredor de las Playas, Tramo: La Chorrera - Santa Cruz. Anexo N° 4: climatología e hidrología.

Asimismo, de acuerdo con los registros climatológicos mensuales (Tabla 6-12), la temperatura media anual es de 25.47 °C, oscilando entre los 24.94 °C del mes de octubre y los 26.01 °C de abril. Las temperaturas extremas son de 34.00 °C para la máxima absoluta, registrada en el mes de mayo, y 19.30 °C para la mínima absoluta, en el mes de noviembre (ICEACSA, 2018). La temperatura media de las máximas (Tabla 6-12) se mantiene entre los 29.86 y los 31.15 °C, mientras que la temperatura media de las mínimas se encuentra en el rango que va de los 21.77 a los 22.85 °C, con una variación entre las medias máximas y mínimas de 7.61 a 8.30 °C (ICEACSA, 2018).

**Tabla 6-12. Valores de temperaturas mensuales (°C)**

Mes	Temperatura media (°C)	Temperatura mínima absoluta (°C)	Temperatura máxima absoluta (°C)
Enero	25.56	19.70	33.30
Febrero	25.61	20.50	32.90
Marzo	25.80	20.10	33.30
Abril	26.01	20.50	32.90
Mayo	25.84	20.30	34.00
Junio	25.51	20.70	33.70
Julio	25.81	20.00	33.20
Agosto	25.03	20.40	32.10
Septiembre	24.98	20.30	32.70
Octubre	24.94	19.80	32.30
Noviembre	24.98	19.30	32.80

Mes	Temperatura media (°C)	Temperatura mínima absoluta (°C)	Temperatura máxima absoluta (°C)
Diciembre	25.57	19.50	32.60

Fuente: ICEACSA, 2018. Información generada para la licitación del proyecto Estudio, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras para la Ampliación y Rehabilitación a Seis (6) Carriles – Corredor de las Playas, Tramo: La Chorrera - Santa Cruz. Anexo N° 4: climatología e hidrología.

**Tabla 6-13. Valores de temperaturas extremas y oscilación térmica (°C)**

Mes	Temperatura media de las mínimas (°C)	Temperatura media de las máximas (°C)	Oscilación (C°)
Enero	22.78	30.45	7.67
Febrero	22.78	30.83	8.05
Marzo	22.69	30.30	7.61
Abril	22.85	31.15	8.30
Mayo	22.55	30.53	7.98
Junio	22.50	30.45	7.94
Julio	22.63	30.29	7.66
Agosto	22.36	30.02	7.66
Septiembre	22.00	29.86	7.85
Octubre	21.77	29.95	8.18
Noviembre	22.08	30.12	8.04
Diciembre	22.32	30.21	7.89

Fuente: ICEACSA, 2018. Información generada para la licitación del proyecto Estudio, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras para la Ampliación y Rehabilitación a Seis (6) Carriles – Corredor de las Playas, Tramo: La Chorrera - Santa Cruz. Anexo N° 4: climatología e hidrología.

### 6.5.1.3 Humedad Relativa

La estación Albrook Field (Tabla 6-14, Gráfica 6-7) presenta un registro de valores históricos, en los meses donde hubo registros, con bajas variaciones a lo largo del año aunque se observa la correspondencia de los niveles de humedad con la tasa de precipitación, obteniéndose los mayores valores de humedad en los meses de octubre y noviembre (88.7-89.2 %) y menores valores entre diciembre y enero con niveles de 85.0 y 86.8%.

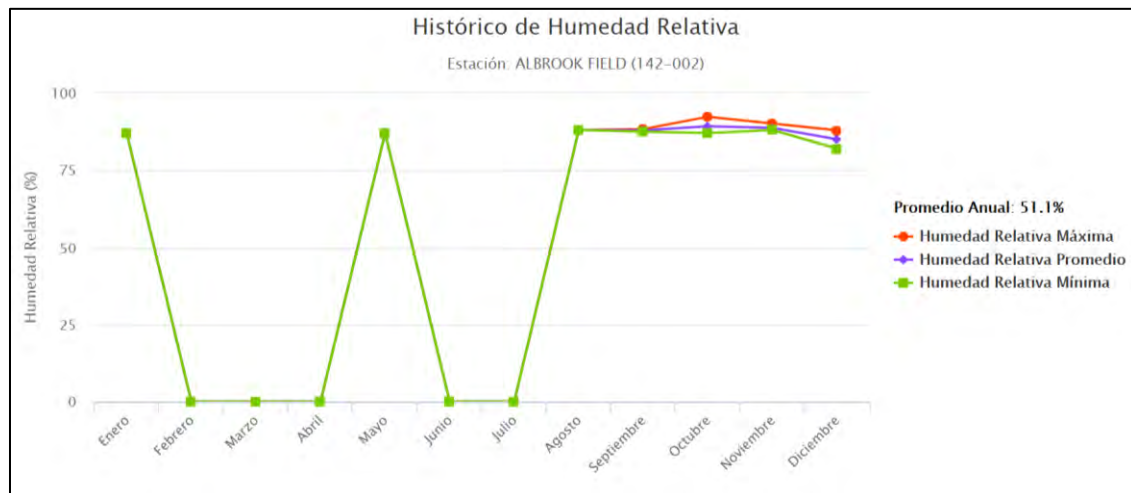
**Tabla 6-14. Datos históricos de humedad relativa. Estación Albrook Field**

Humedad relativa	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximo (°C)	86.8	0	0	0	87	S/N	S/N	88	88.3	92.3	90.1	87.9
Mínimo (°C)	86.8	0	0	0	87	S/N	S/N	88	87.5	87.0	88.0	82.0
Promedio Mensual (°C)	86.8	0	0	0	87	S/N	S/N	88	87.9	89.2	88.7	85.0
Promedio Anual (°C)	51.1											

Fuente: <http://www.hidromet.com.pa/>

S/N: Valor señalado en la fuente con 0, sin embargo se asume que corresponde a un período sin registro.

**Gráfica 6-7. Datos históricos de humedad relativa. Estación Albrook Field.**



Fuente: <http://www.hidromet.com.pa/>



#### 6.5.1.4 Velocidad y Dirección del Viento

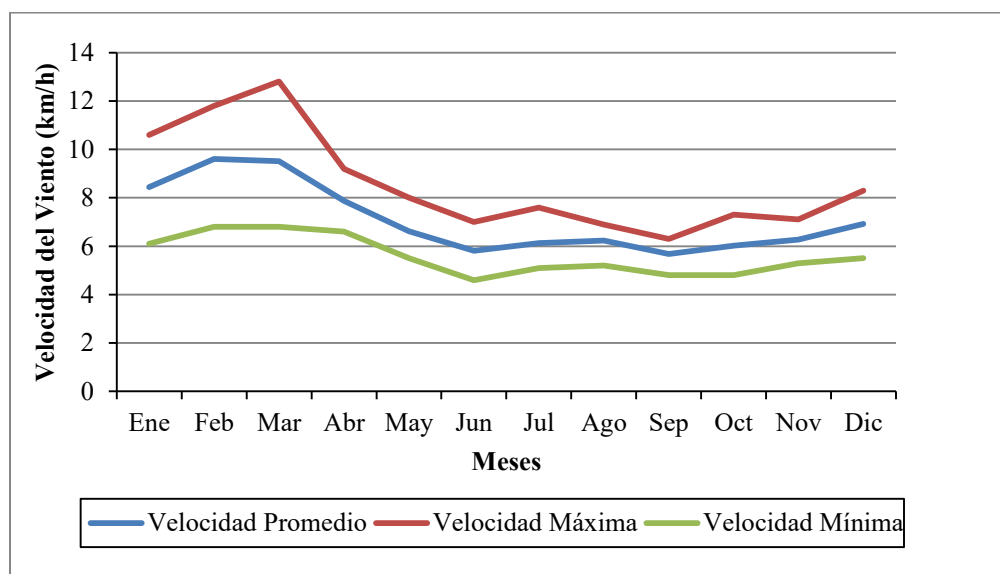
Los promedios mensuales de la velocidad del viento medidos en la estación meteorológica de Balboa AFAA / ACP, se presentan en la Tabla 6-15. Como se puede observar los vientos son de intensidad moderada, con una velocidad media anual de 6.3 a 8.3 km/h. Durante la temporada seca (enero – abril) se presentan los mayores valores de velocidad promedio mensual del viento entre 7.9 a 9.6 km/h. Mientras que para la temporada lluviosa, la velocidad promedio mensual del viento oscila entre 5.7 km/h a 6.9 km/h, siendo los meses de junio y septiembre los que presentan las menores velocidades con 5.8 y 5.7 km/h respectivamente.

A partir del mes de diciembre se evidencia un aumento en la velocidad máxima del viento que se incrementa hasta abril, meses en el que se registran las velocidades máximas más altas de viento, lo cual coincide con la temporada seca, siendo característico de la misma. (Tabla 6-16 y Gráfica 6-8).

**Tabla 6-15. Promedios Mensuales de la Velocidad del Viento (km/h)**  
**Periodo de años 2000-2014. Estación Balboa AFAA / ACP**

<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Prom</b>
2000	6.1	6.8	6.8	7.4	6.3	5.6	6.3	6.0	5.5	6.6	5.3	6.9	6.3
2001	8.7	10.6	9.8	9.2	7.2	5.5	6.3	6.6	5.3	5.3	6.9	6.6	7.3
2002	8.0	9.5	9.7	6.9	8.0	6.6	5.8	6.4	4.8	5.3	5.5	7.2	7.0
2003	10.6	9.8	9.0	8.2	6.1	5.8	5.5	6.9	5.1	4.8	5.6	5.5	6.9
2004	7.2	8.9	10.1	8.2	6.8	6.4	6.4	6.9	6.3	5.3	6.3	7.6	7.2
2005	8.2	10.5	9.0	9.0	6.8	5.6	5.5	6.8	6.1	6.9	7.1	6.4	7.3
2006	6.9	9.8	9.2	7.6	6.1	5.8	6.1	6.0	6.0	6.6	6.6	6.9	7.0
2007	9.2	10.8	10.1	6.9	5.5	5.8	6.3	5.6	5.6	6.8	6.3	6.3	7.1
2008	8.2	8.7	8.9	8.5	7.1	5.3	5.8	6.0	5.8	6.1	6.6	6.0	6.9
2009	7.7	9.3	8.7	8.3	5.7	4.6	5.9	6.1	6.2	5.6	5.8	6.9	6.7
2010	9.3	9.4	9.7	6.6	6.8	5.7	5.1	5.2	6.2	5.5	5.9	8.3	7.0
2011	9.4	9.0	9.9	7.8	6.6	7.0	7.0	6.6	5.3	7.3	6.6	8.2	7.5
2012	10.3	11.8	12.8	7.8	7.0	5.8	7.6	6.0	5.6	6.1	7.0	7.1	7.9
2013	10.5	10.7	11.5	9.5	7.9	6.1	6.2	6.0	4.7	5.3	5.4	6.8	7.5
2014	10.2	11.9	11.2	10.9	6.4	7.3	8.3	6.9	5.5	7.1	6.6	7.9	8.3
<b>Promedio</b>	8.5	9.6	9.5	7.9	6.6	5.8	6.1	6.2	5.7	6.0	6.3	6.9	7.1
<b>Máximo</b>	10.6	11.8	12.8	9.2	8.0	7.0	7.6	6.9	6.3	7.3	7.1	8.3	8.3
<b>Mínimo</b>	6.1	6.8	6.8	6.6	5.5	4.6	5.1	5.2	4.8	4.8	5.3	5.5	6.3

Fuente: Datos proporcionados por Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología de ACP y descargados de la web del Instituto Smithsonian, 2017.

**Gráfica 6-8. Promedios Mensuales de Velocidad del Viento (km/h) (2000-2014)**

Fuente: URS Holdings, en base a Información proporcionada por ACP, Dpto. Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología y descargados de la web del Instituto Smithsonian, 2017.

**Tabla 6-16. Velocidad Máxima Mensual del Viento (km/h)**  
**Periodo de años 2000-2012. Estación Balboa AFAA / ACP**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	54	41	40	43	43	35	41	54	45	37	40	40
2001	39	42	41	39	39	49	36	47	47	36	36	39
2002	37	41	39	46	35	43	34	40	32	35	50	41
2003	38	46	41	43	41	35	30	41	55	34	44	38
2004	39	39	46	35	54	46	62	44	33	35	32	38
2005	38	42	39	41	37	42	33	43	39	36	38	40
2006	34	41	39	38	35	36	46	44	32	40	38	44
2007	40	41	41	35	26	43	34	32	42	27	34	39
2008	39	38	40	39	37	39	41	40	30	37	36	34
2009	34	39	45	37	37	52	36	38	39	44	30	29
2010	40	39	42	32	34	29	34	40	38	38	36	38
2011	38	42	43	36	30	35	35	40	37	43	41	41
2012	41	41	47	sd	sd	44	47	47	51	48	37	41
<b>Promedio</b>	39	41	42	39	37	41	39	42	40	38	38	39

Fuente: Datos proporcionados por Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología de ACP.

Nota: sd – sin datos.

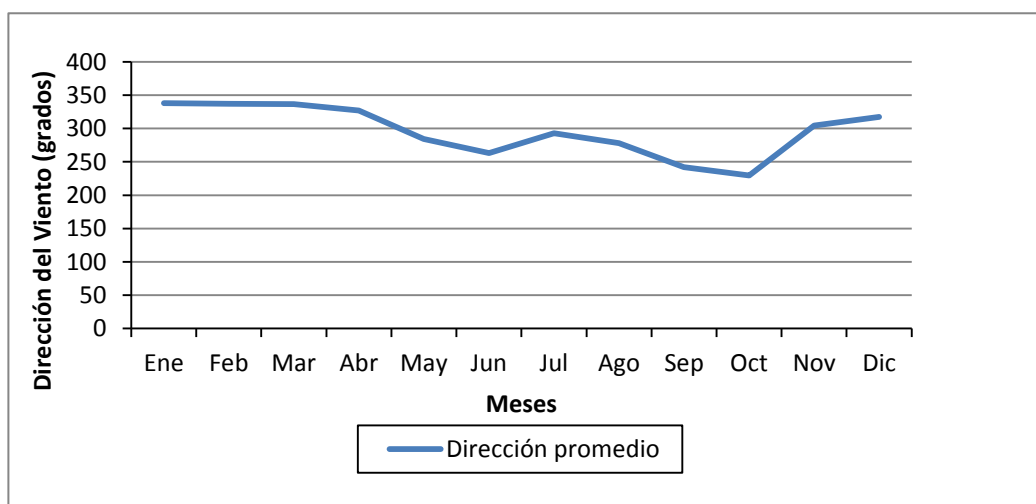
La dirección de los vientos, de acuerdo con la información obtenida de la ACP (Tabla 6-17, Gráfica 6-9), presenta como componente predominante los vientos del Noroeste. Utilizando los promedios mensuales se observa que durante los meses de enero hasta abril y diciembre, los vientos provienen del Noroeste, de mayo hasta agosto y noviembre son predominantemente Oeste y Oeste-Noroeste, en tanto que entre septiembre y octubre predominan aquellos provenientes del Suroeste.

**Tabla 6-17. Dirección del Viento en Grados (2000-2012). Estación Balboa AFAA / ACP**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	352	353	355	355	321	303	312	299	185	302	296	313
2001	329	333	326	336	296	296	298	303	268	268	304	319
2002	340	352	349	347	293	257	320	313	239	288	323	331
2003	355	348	353	337	317	191	312	284	191	174	312	328
2004	348	348	359	343	318	318	322	321	210	204	314	337
2005	351	352	336	336	300	191	290	291	294	187	314	329
2006	338	352	354	333	311	294	312	314	324	256	312	331
2007	352	346	348	325	271	286	320	263	301	191	305	319
2008	344	342	344	334	287	316	302	253	201	208	293	322
2009	330	337	342	328	309	287	309	305	305	249	306	313
2010	329	329	329	303	227	186	177	180	164	278	280	293
2011	sd	298	294	290	214	232	236	231	190	174	302	300
2012	286	292	291	288	231	267	298	255	277	204	294	293

Fuente: Datos proporcionados por Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología de ACP. Nota: sd - sin datos.

**Gráfica 6-9. Dirección del Viento (2008-2012)**



Fuente: URS Holdings, en base a Información proporcionada por ACP, Departamento de Ingeniería y Proyectos Sección de Meteorología e Hidrología.

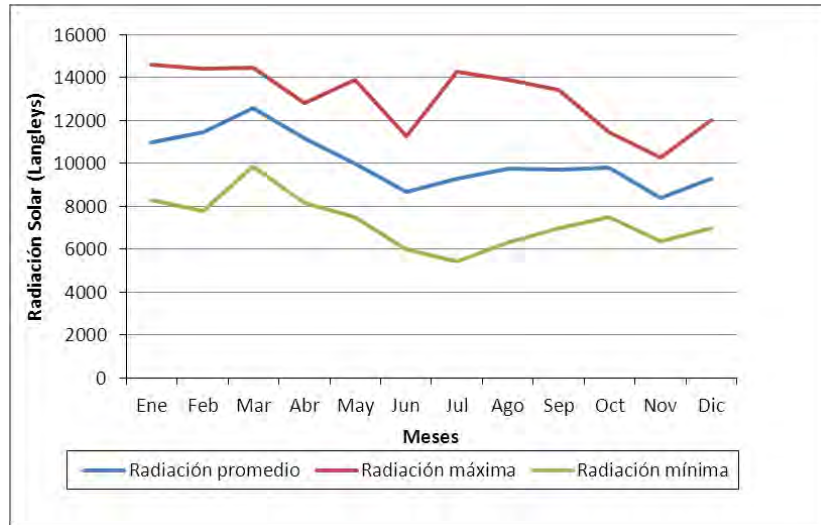
### 6.5.1.5 Radiación Solar

Los registros de la Estación Balboa AFAA / ACP (2000 al 2012), indican que la radiación solar acumulada mensual tiene un promedio de 9293 Langleys (Tabla 6-18, Gráfica 6-10). La distribución mensual de este parámetro muestra que la temporada seca oscila entre 10976 y 12569 Langleys, mientras que en la época de lluvia se reduce hasta 8375 a 9994 Langleys. El mes de mayor radiación solar es marzo con 12569 Langleys y la menor radiación se registró en noviembre con 8375 Langleys.

**Tabla 6-18. Radiación Solar Acumulada Mensual (Langleys) (2000-2012)**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>2000</b>	10144	11552	12004	11716	9819	8938	9319	9480	10350	9689	9445	8681
<b>2001</b>	12431	12712	13570	12135	10766	9944	10055	10188	8875	9568	8523	8495
<b>2002</b>	10688	12523	13703	11543	11654	7774	9482	9914	10001	8670	7726	9255
<b>2003</b>	9672	10095	11421	9961	8661	7579	14295	13904	13437	10639	9112	9482
<b>2004</b>	12099	13467	13484	11893	9764	9596	10095	9412	12073	11436	9939	9969
<b>2005</b>	11700	12362	13297	12832	11606	10736	10692	9945	9533	9175	7296	7825
<b>2006</b>	8319	9698	10311	9511	8015	7383	7813	8138	7611	9548	8206	9087
<b>2007</b>	11373	11688	12560	8148	8832	6808	6024	6317	7373	7506	6452	6972
<b>2008</b>	8852	7795	9844	8959	7508	6014	6413	7361	7853	7747	6385	7592
<b>2009</b>	8381	8077	10826	12501	7870	6665	5435	6469	6985	11215	8761	12007
<b>2010</b>	13469	12770	14446	12527	13922	11287	11075	13173	11775	10288	10280	sd
<b>2011</b>	sd	sd	13625	11971	sd	8773	9747	11210	9899	10701	sd	11411
<b>2012</b>	14588	14435	14304	11739	11514	11103	10073	11232	10276	11426	sd	10745
<b>Promedio</b>	10976	11431	12569	11187	9994	8662	9271	9749	9695	9816	8375	9293
<b>Máximo</b>	14588	14435	14446	12832	13922	11287	14295	13904	13437	11436	10280	12007
<b>Mínimo</b>	8319	7795	9844	8148	7508	6014	5435	6317	6985	7506	6385	6972

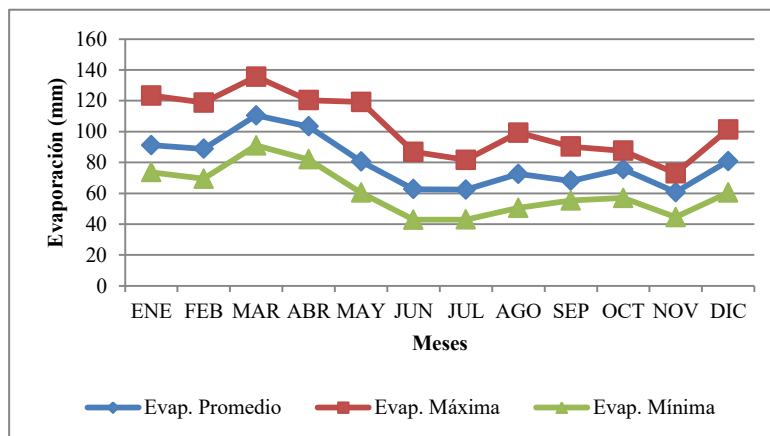
Fuente: Datos proporcionados por Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología de ACP. Nota: sd - sin datos.

**Gráfica 6-10. Radiación Solar (Langleys) Periodo 2000-2012**

Fuente: Datos proporcionados por Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología ACP. 2012.

#### 6.5.1.6 Evaporación

La evaporación promedio anual del periodo 2008 – 2011 es de 79 mm y oscila entre 62 y 101 mm, de acuerdo a la información disponible. El período de mayor evaporación promedio se registró entre los meses de enero y abril, coincidiendo con la época de sequía, oscilando entre 89 y 110 mm con el mayor valor alcanzado en el mes de marzo. El período de menor evaporación promedio se extiende entre los meses de mayo y diciembre, variando entre 61 y 81 mm, donde el menor valor se encontró en el mes de noviembre (Gráfica 6-11).

**Gráfica 6-11. Evaporación Promedio (mm). Periodo 2008-2011. Estación Balboa AFAA/ACP**

Fuente: ACP, Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología.

## 6.6 Hidrología

El trazado del proyecto se localiza dentro de la región hídrica del Pacífico Central, específicamente en la cuenca No. 138, entre ríos Antón y Caimito (ver Figura 6-6 al final del capítulo). En esta región hídrica, los cursos de agua desembocan en el océano Pacífico y sus cuencas hidrográficas presentan menores intensidades de lluvia respecto a otras regiones, sus niveles de precipitación predominan entre los rangos de 1000 y 2000 mm/año (Atlas Ambiental de la República de Panamá, 2010).

La cuenca No. 138, entre ríos Antón y Caimito, tiene un área total de 1476 km<sup>2</sup> hasta la desembocadura al mar. Los ríos principales son el Chame, con una longitud de 36.1 km, y el río Perequeté. En cuanto a las áreas de drenaje son de 194 km<sup>2</sup> y 156 km<sup>2</sup>, respectivamente. La elevación media de la cuenca es de 120 msnm y el punto más alto se encuentra ubicado al norte de la cuenca a una elevación de 1,100 msnm (<http://www.etesa.com.pa>, ANAM, 2013<sup>2</sup>). Cabe destacar que ambos ríos se encuentran fuera del área de estudio. Según levantamiento realizado a lo largo del alineamiento del proyecto, se presentan diversos puntos de cruce con cursos de agua, destacándose los ríos Capira y Camarón y la quebrada Pueblo cuya calidad de las aguas fue caracterizada en el presente estudio.

En el anexo 6-1 se presenta el informe realizado por el laboratorio PFR Environmental S.A, que incluye fichas descriptivas de los cursos de agua donde se realizó el muestreo para caracterizar la calidad del agua superficial. De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, se constata que los cauces estudiados son de pequeña magnitud (2-5 metros de anchura) y presentaba un escaso caudal circulante, con bajas profundidades del agua (0.2-0.5 metros), siendo el más caudaloso el río Camarón. Adicionalmente, se observó que son tramos de baja pendiente, en donde predominan los remansos vadeables y en pocos casos la presencia de tablas rápidas. Son muy diversos en cuanto a tipos de refugios, con una buena vegetación riparia y la presencia de oquedades, cornisas, etc., en donde los peces encuentran nichos ecológicos suficientes para desarrollarse.

<sup>2</sup> ANAM, 2013. Informe de monitoreo de la calidad del agua en las Cuencas Hidrográficas de Panamá. Compendio de resultados, años 2009-2012.

En general, en las márgenes y riberas predominan los usos agropecuarios y urbanos, aunque en menor medida pastizal y silvícola. Las riberas se encuentran alteradas o muy alteradas en muchos sitios por la acción antrópica, con baja estabilidad en zonas desprovistas de la vegetación de ribera. Domina el material arcilloso, tal y como se destacó en el estudio de suelos.

### 6.6.1 Calidad de aguas superficiales

En el Tercer Informe de Monitoreo de la Calidad de Agua de las Cuencas Hidrográficas de Panamá 2006-2007 (ANAM, 2009), se evaluó la calidad de las aguas en la cuenca 138, donde se localiza el área de estudio del proyecto. Para la determinación de la calidad de agua en dicha cuenca, se recopiló la información relacionada con monitoreos en la temporada seca y lluviosa en tres estaciones a saber:

- Un punto de monitoreo en el río Chame,
- Tres (3) del río Capira, y
- Tres (3) del río Perequeté.

Según los resultados de estos tres ríos, ANAM (2009) indica que la calidad de agua de la cuenca es regular o de aguas poco contaminadas. La calidad de agua de la cuenca se puede ver afectada principalmente por la extracción mineral, extracción de mangle, proyectos turísticos residenciales mal desarrollados, y mayor demanda de agua para consumo humano en áreas rurales. Estos ríos no presentan los niveles de contaminación de los cursos de agua que atraviesan la ciudad de Panamá, pero el aumento de la población en el entorno puede influir negativamente en su calidad futura. La parte media y baja de los ríos de la cuenca reciben las presiones de ciudades con alta densidad de población, como la disposición inadecuada de desechos sólidos, aguas servidas, desechos de talleres y desechos industriales.

Por otra parte, monitoreos realizados por ANAM (2013<sup>3</sup>), indican que la calidad del agua para el río Capira, en dicho período, se considera aceptable, pero se requiere un tratamiento adecuado previo, para que sea apta para el consumo humano y el desarrollo de actividades de recreación.

<sup>3</sup> ANAM, 2013. Informe de Monitoreo de la Calidad de Agua 2009 – 2012.

También se indica que hay condiciones aceptables para la vida acuática y practicar la pesca. Para su empleo en las actividades industriales y agrícolas requeriría de una ligera purificación en base al tipo de proceso asociado. Los datos analizados en dicho documento permiten resaltar un descenso no tan significativo de la calidad en la parte media y baja del río, asociado a las actividades antropogénicas en el área; también sugieren una mejora en la calidad del agua en la mayoría de las estaciones en comparación con el año 2011. El oxígeno disuelto (OD) muestra que se mantienen condiciones óptimas para la vida en este río; pero se observa una ligera tendencia del oxígeno en disminuir con el paso de los años. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) muestra un comportamiento atípico en la degradación de materia orgánica en la época seca, con niveles muy superiores a los obtenidos en la época lluviosa.

Como parte del presente estudio, el laboratorio PFR Environmental S.A., realizó la toma de muestras de agua superficial en diversos cursos de agua existentes a lo largo del alineamiento del proyecto. En la Tabla 6-19 se presentan las coordenadas UTM (WGS 84) de los puntos de muestreo seleccionados y en la Figura 6-2a (al final del capítulo), se muestra la ubicación de dichos puntos (ver informe de la toma de muestras en el anexo 6-1).

**Tabla 6-19. Puntos para la toma de muestras de agua superficial**

Punto	Referencia de ubicación	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Este	Norte
CAL-11	Río Capira	624035	968111
CAL-12	Río Capira	623723	967647
CAL-13	Quebrada Sin Nombre	623563	963411
CAL-14	Río Camarón	624394	961935
CAL-15	Quebrada Pueblo	623807	969500
CAL-16	Río Campana	622507	963817
CAL-17	Río Camarón	624791	962029

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.



Los resultados obtenidos en dichos análisis se presentan de forma resumida en la Tabla 6-20 (el informe completo del laboratorio se incluye en el anexo 6-3), donde se señalan los límites establecidos en el Anteproyecto de Normas de Calidad Ambiental para Aguas Naturales de la República de Panamá, considerándose los cuerpos de agua Clase 2-C, destinadas a la pesca artesanal, protección de comunidades acuáticas, abrevadero para ganado, entre otros usos.

**Tabla 6-20. Resultados de los análisis en muestras de agua superficial**

Parámetro	Puntos de muestreo							Límite normativa*
	CAL-11	CAL-12	CAL-13	CAL-14	CAL-15	CAL-16	CAL-17	
Temperatura (°C)	27.9	27.8	28.7	28.8	26.6	26.0	27.1	---
Oxígeno disuelto (mg/l)	6.0	6.1	4.9	5.8	1.8	3.9	5.6	> 5.0
pH	7.1	7.2	7.1	7.2	7.4	7.1	7.5	6.0 a 9.0
Sólidos totales disueltos (mg/l)	330	400	1200	450	258.7	137.1	167.0	< 500
Sólidos suspendidos (mg/l)	50	89	110	90	<2.5	14.2	6.6	---
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	< 5.0
Aceites y grasas (mg/l)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	< 10
Coliformes fecales (UFC/100 ml)	70	90	110	140	>2,000	30	220	< 1000
Coliformes totales (UFC/100 ml)	200	350	1400	2100	>20,000	700	310	---

\*: Anteproyecto de normas de calidad ambiental para aguas naturales de la república de Panamá. Aguas Clase 2-C. En color rojo se destacan valores fuera de norma.

Fuente: Elaboración propia basado en el informe del Laboratorio PFR Environmental S.A.

Los resultados presentados, al compararlos con los límites máximos señalados en la norma de referencia, indican que la mayor parte de los parámetros se adecúan a lo establecido en la misma, excepto en los niveles de Oxígeno Disuelto (OD), los cuales son bajos para tres (3) de los puntos de muestreo. Estos puntos corresponden a CAL-13, CAL-15 y CAL-16.

Lo anterior pudiera ser indicativo de prevalencia de materia orgánica en los cuerpos de agua, lo cual consume oxígeno durante la degradación microbiana.

Para el parámetro de Sólidos Totales Disueltos, se observa que todos los puntos de monitoreo cumplen con lo establecido en la normativa. A excepción de punto CAL-13, con una concentración de 1,200 mg/l, mientras que el valor límite es de 500 mg/l.

En cuanto a los parámetros biológicos, se observa que la concentración de bacterias coliformes fecales es muy alta para el punto CAL-15. Altas concentraciones de coliformes fecales, pudiese deberse a aportes de escorrentías procedentes de áreas con presencia de ganado y descargas de aguas residuales domésticas. Con respecto a las bacterias coliformes totales, dicha medición incluye a las coliformes fecales y otro tipo de bacterias que se encuentran de forma natural en el ambiente. Se observa que para el mismo punto (CAL-15) se presenta la concentración más elevada de todo el muestreo.

Adicionalmente, en cuanto a las variables no consideradas en la normativa, tenemos que se encontraron niveles de temperatura esperados y asociados a la incidencia directa de la luz solar sobre cursos de agua, algunos de ellos con bajo caudal. Los niveles de sólidos suspendidos se consideran elevados según estándares de calidad que indican que una concentración mayor o igual a 35 mg/l clasifica a un cuerpo de agua de mala calidad (Sánchez-Murillo y col., 2009<sup>4</sup>).

#### **6.6.1.a Caudales (máximo, mínimo y promedio anual)**

La empresa ETESA posee una red de estaciones hidrológicas a nivel nacional, las cuales fueron consultadas a través de su página web (<http://www.hidromet.com.pa>), identificándose a las estaciones río Caimito (140-01-01) y río Caimito (140-01-02) como las más cercanas al proyecto, como se observa en la Figura 6-7.

<sup>4</sup> Sánchez-Murillo, R, S. León, A. Y. Saravia y C. Sánchez. 2009. Determinación de la concentración de sólidos suspendidos totales (SST) y metales pesados en la cuenca del río Morote, Nicoya, Guanacaste. UNICIENCIA 23, Pp. 59-64.

**Figura 6-7. Ubicación de estaciones hidrológicas cercanas al proyecto**

Fuente: <http://www.hidromet.com.pa>.

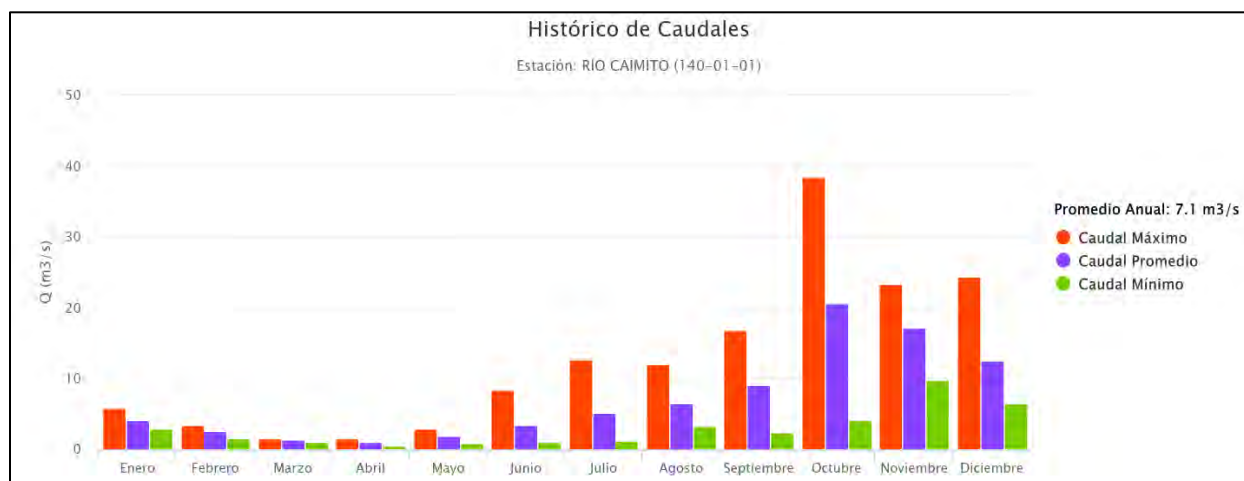
En la Tabla 6-21 y Gráfica 6-12 se presentan los registros de la estación 140-01-01, los cuales indican un promedio anual de  $7.1 \text{ m}^3/\text{s}$ , donde los caudales mensuales presentan dos períodos relacionados con la tasa de precipitación, donde los menores caudales promedio se registran entre los meses de enero y junio al oscilar entre  $1.1$  y  $4.1 \text{ m}^3/\text{s}$ , mientras que entre los meses de agosto y diciembre se registran caudales promedio de  $6.5$  a  $20.7 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Tabla 6-21. Valores históricos de caudales en la estación río Caimito (140-01-01). 1956-1973**

Caudal	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximo ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	5.9	3.4	1.6	1.5	3.0	8.4	12.7	12.1	16.8	38.5	23.3	24.4
Mínimo ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	3.0	1.5	1.0	0.6	0.9	1.1	1.2	3.3	2.4	4.2	9.8	6.5
Promedio Mensual ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	4.1	2.5	1.3	1.1	1.9	3.5	5.1	6.5	9.1	20.7	17.1	12.6
Promedio Anual ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	7.1											

Fuente: <http://www.hidromet.com.pa>.

**Gráfica 6-12. Valores históricos de caudales en la estación río Caimito (140-01-01). 1956-1973**



<http://www.hidromet.com.pa>

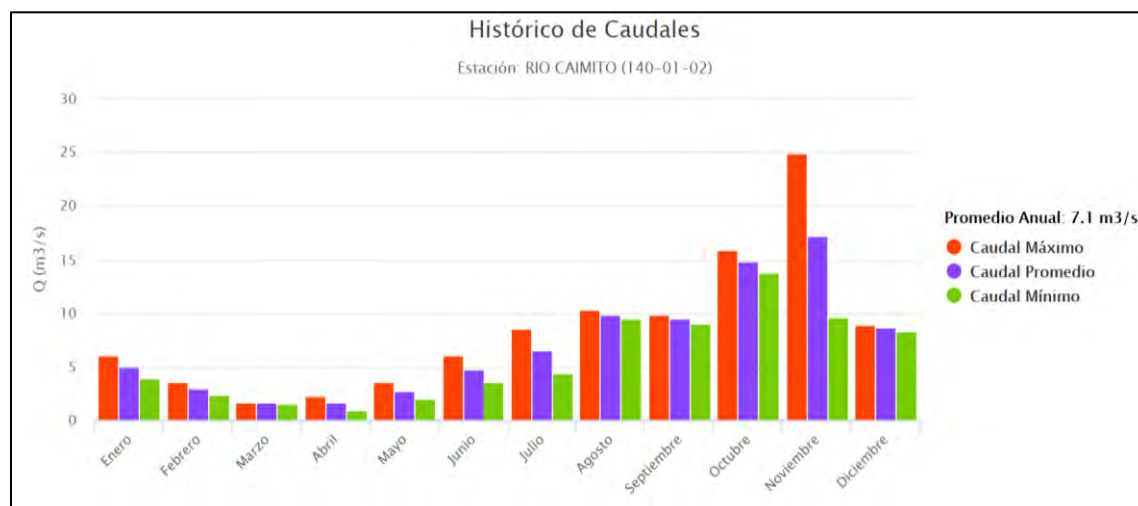
Por otra parte, los registros de la estación 140-01-02, también señalan para el río Caimito un caudal medio anual de 7.1 m<sup>3</sup>/s, donde los valores promedio mensuales también muestran dos períodos diferenciados, oscilando entre 1.7 a 5.0 m<sup>3</sup>/s entre los meses de enero y junio, mientras que entre los meses de julio y diciembre se registran mayores caudales promedio anual que varían entre 6.5 y 17.2 m<sup>3</sup>/s (Tabla 6-22 y Gráfica 6-13).

**Tabla 6-22. Valores históricos de caudales en la estación río Caimito (140-01-02). 1972-1988.**

Caudal	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máximo (m <sup>3</sup> /s)	6.0	3.6	1.7	2.3	3.5	6.1	8.5	10.3	9.9	15.9	24.9	8.9
Mínimo (m <sup>3</sup> /s)	3.9	2.4	1.6	1.0	2.0	3.5	4.4	9.5	9.0	13.7	9.6	8.3
Promedio Mensual (m <sup>3</sup> /s)	5.0	3.0	1.7	1.7	2.7	4.8	6.5	9.9	9.5	14.8	17.2	8.6
Promedio Anual (m <sup>3</sup> /s)	7.1											

Fuente: <http://www.hidromet.com.pa>.

**Gráfica 6-13. Valores históricos de caudales en la estación río Caimito (140-01-02). 1972-1988.**



<http://www.hidromet.com.pa>

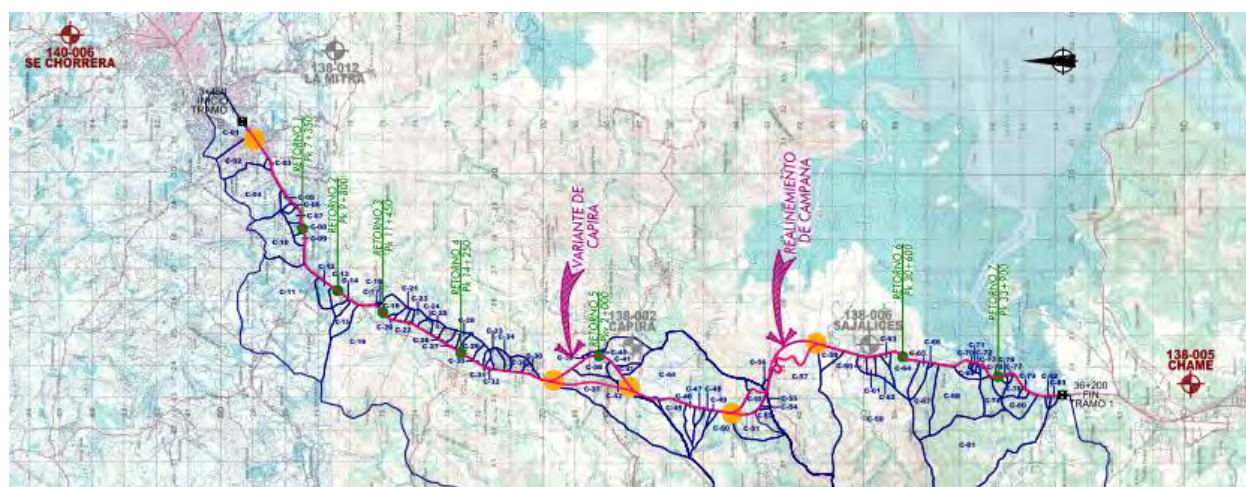
El proyecto considerado en el presente estudio, incluirá la construcción de puentes en los puntos de cruce de las variantes con cursos de agua, por lo cual, a nivel del diseño conceptual, la empresa encargada de su diseño y construcción ha realizado el análisis hidrológico e hidráulico del área del proyecto, para el desarrollo de la etapa de diseño conceptual, el cual podrá ser ampliado y actualizado, en caso de ser requerido, para la etapa final de diseño de las obras a realizarse. A continuación se presenta información sobre los resultados de los estudios hidrológicos e hidráulicos realizados para la estimación de los caudales de diseño, extraídos del Documento para licitación del Estudio, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras para la Ampliación y Rehabilitación a Seis (6) Carriles – Corredor de las Playas, Tramo: La Chorrera - Santa Cruz. Provincia de Panamá Oeste generado por FCC (2017), el cual fue desarrollado para un área dentro de la cual se incluye la superficie que corresponde al área de influencia del presente estudio de impacto ambiental.

Para el estudio hidrológico realizaron la división del área en subcuencas, identificándose un total de 84, destacándose aquellas asociadas a los ríos Perequeté y Capira (Figura 6-8). Posteriormente, y siguiendo las especificaciones del Manual de Requisitos y Normas Generales actualizadas para la Revisión de Planos elaborado por el Ministerio de Obras Públicas, aplicaron el Método Racional para cuencas con áreas inferiores a las 250 hectáreas. Para áreas de drenaje

mayores a 250 hectáreas emplearon los parámetros indicados en la publicación “Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Periodo 1971-2006”, elaborado por ETESA. Los criterios de estimación considerados en manual mencionado, también fueron considerados en el cálculo de la intensidad de lluvia para 2, 5, 10, 25 y 50 años de retorno, mientras que para un período de 100 años de retorno, en vista que no existe formulación, aplicaron directamente la curva IDF del Manual para la Revisión del Planos del MOP, para el Datum Balboa.

Seguidamente estimaron el tiempo de concentración, seleccionando la formulación de Kirpich, para posteriormente calcular la intensidad de precipitación y finalmente, mediante los distintos factores estimaron los caudales de escorrentía para cuencas menores a 250 ha mediante el método racional. Por otra parte, para el estudio de los caudales aportados por áreas de drenaje mayores a 250 ha se han utilizado los parámetros indicados en el folleto “Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Periodo 1971-2006”, elaborado por ETESA. En dicho documento se proponen una serie de fórmulas para cada una de las regiones de Panamá, a partir de las cuales se obtiene el valor del caudal promedio máximo de una avenida teniendo en cuenta el área de la cuenca correspondiente.

**Figura 6-8. División del área en subcuencas para Estudio Hidrológico**



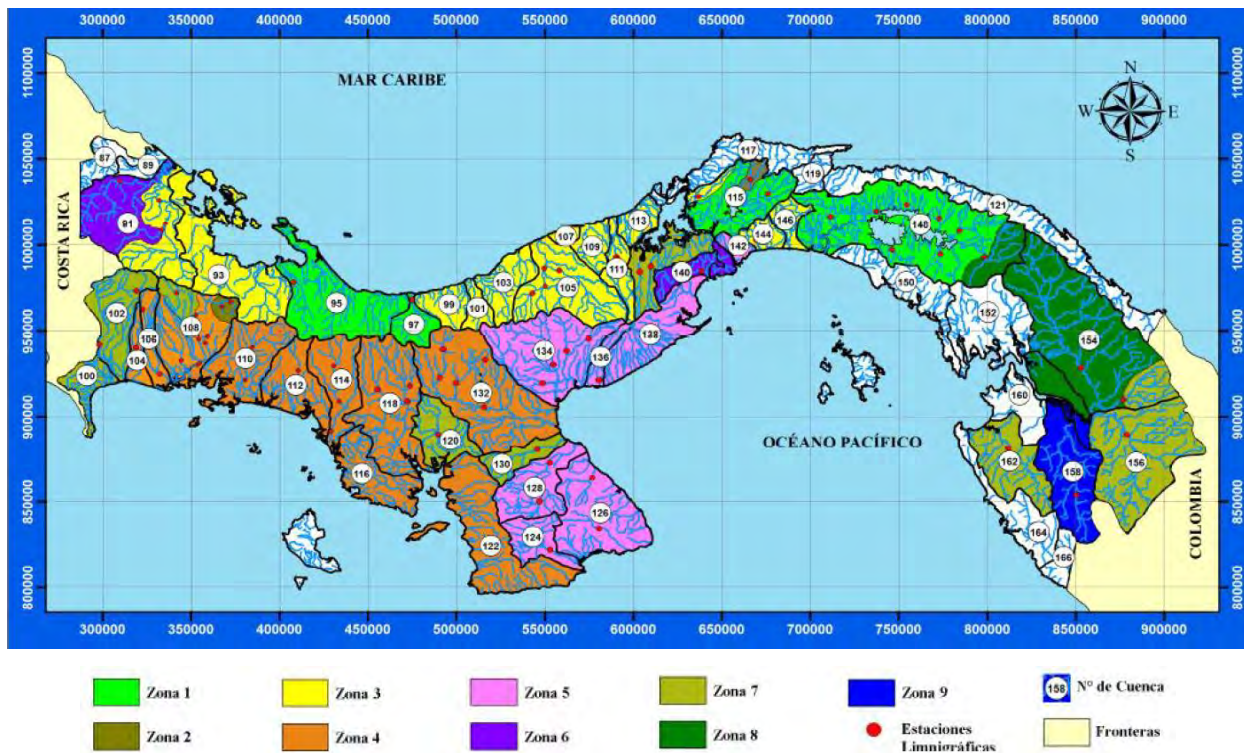
Nota: En este estudio sólo se consideran las Variantes y no las obras de Ensanche.

Fuente: Documento para licitación del Estudio, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras para la Ampliación y Rehabilitación a Seis (6) Carriles – Corredor de las Playas, Tramo: La Chorrera - Santa Cruz. Provincia de Panamá Oeste. FCC, 2017.



Para definir las regiones de crecidas máximas, la publicación anteriormente mencionada divide el territorio de la República de Panamá en nueve zonas, cada una de ellas con idéntica ecuación y tabla de distribución de frecuencia. De acuerdo con la división del territorio adoptada en Panamá (Figura 6-9), el ámbito de estudio se encuadra dentro de la Zona 5, por lo cual se utilizan las formulaciones señaladas en la tabla adjunta a la figura.

**Figura 6-9. Regiones hidrológicamente homogéneas en Panamá**



Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{\text{máx}} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{\text{máx}} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{\text{máx}} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{\text{máx}} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{\text{máx}} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{\text{máx}} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

Fuente: Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Período 1971-2006. ETESA, 2008

Como resultado de los cálculos realizados, obtuvieron los caudales máximos para diferentes períodos de retorno se presentan en la Tabla 6-23 (cuencas con menos de 250 ha) y Tabla 6-24 (cuencas con más de 250 ha de superficie).

**Tabla 6-23. Caudales para diferentes períodos de retorno. Cuencas <250 ha**

Cuenca	Área (ha)	Tc (min)	C	Intensidad de lluvia (mm/h)					Caudales (m <sup>3</sup> /s)				
				T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100
C-01	165.42	43.60	0.84	93.81	103.07	112.50	122.69	141.20	35.993	39.544	43.164	47.072	54.175
C-02	113.63	23.77	0.87	124.95	137.27	149.22	165.55	184.48	34.114	37.479	40.743	45.202	50.370
C-03	5.57	15.00	0.85	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.930	2.121	2.299	2.581	2.768
C-04	206.44	20.70	0.78	131.71	144.71	157.17	175.02	192.54	58.913	64.725	70.298	78.285	86.117
C-05	12.03	15.00	0.78	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	3.816	4.193	4.545	5.103	5.474
C-06	8.31	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	2.584	2.839	3.078	3.455	3.706
C-07	17.45	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	5.430	5.966	6.467	7.261	7.788
C-08	11.95	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	3.682	4.045	4.385	4.923	5.280
C-09	10.81	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	3.396	3.731	4.044	4.541	4.870
C-10	157.69	17.22	0.77	140.31	154.15	167.24	187.13	202.12	47.017	51.655	56.040	62.706	67.728
C-12	34.01	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	10.583	11.626	12.603	14.151	15.178
C-13	19.47	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	6.058	6.655	7.214	8.100	8.688
C-14	13.45	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.184	4.596	4.983	5.594	6.000
C-15	43.82	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	13.636	14.981	16.239	18.233	19.556
C-17	0.77	15.00	0.78	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	0.243	0.267	0.289	0.325	0.348
C-18	0.73	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	0.228	0.251	0.272	0.305	0.327
C-19	35.32	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	11.098	12.193	13.217	14.840	15.917
C-20	3.34	15.00	0.79	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.066	1.171	1.269	1.425	1.528
C-21	12.47	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	3.907	4.292	4.653	5.224	5.603
C-22	7.61	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	2.346	2.577	2.793	3.136	3.364
C-23	14.81	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.564	5.014	5.435	6.103	6.546
C-24	13.50	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.242	4.661	5.052	5.672	6.084
C-25	15.45	15.00	0.78	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.887	5.369	5.820	6.535	7.009
C-26	16.54	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	5.147	5.655	6.130	6.882	7.382
C-27	12.52	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	3.856	4.237	4.593	5.157	5.531
C-28	10.54	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	3.279	3.603	3.905	4.385	4.703
C-29	33.48	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	10.418	11.446	12.407	13.931	14.942
C-30	15.69	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.882	5.363	5.814	6.528	7.002
C-31	7.34	15.00	0.78	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	2.329	2.559	2.774	3.114	3.340
C-32	5.29	15.00	0.79	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.705	1.873	2.030	2.280	2.445
C-33	21.72	15.00	0.79	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	6.958	7.644	8.286	9.303	9.979
C-34	13.23	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.158	4.568	4.952	5.560	5.964
C-35	22.61	15.00	0.78	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	7.149	7.855	8.514	9.560	10.254
C-36	10.52	15.00	0.79	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	3.392	3.727	4.040	4.536	4.865



Cuenca	Area (ha)	Tc (min)	C	Intensidad de lluvia (mm/h)					Caudales (m³/s)				
				T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100
C-39	1.49	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	0.467	0.513	0.556	0.624	0.669
C-40	6.27	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.971	2.165	2.347	2.635	2.826
C-43	15.86	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.935	5.422	5.877	6.599	7.078
C-45	67.37	15.15	0.77	145.98	160.38	173.87	195.17	208.06	21.104	23.186	25.135	28.215	30.079
C-46	28.07	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	8.820	9.690	10.504	11.794	12.649
C-47	12.36	15.00	0.79	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	3.945	4.334	4.698	5.275	5.658
C-48	28.59	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	8.983	9.869	10.699	12.012	12.884
C-49	6.95	15.00	0.79	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	2.219	2.438	2.642	2.967	3.182
C-51	174.54	15.20	0.77	145.85	160.23	173.71	194.97	207.92	54.093	59.428	64.426	72.313	77.116
C-52	89.83	17.79	0.78	138.84	152.53	165.51	185.05	200.52	26.936	29.593	32.111	35.902	38.904
C-53	30.60	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	9.520	10.459	11.338	12.730	13.654
C-54	2.50	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	0.777	0.854	0.925	1.039	1.114
C-55	5.53	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.720	1.890	2.049	2.300	2.467
C-56	4.07	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.274	1.399	1.517	1.703	1.827
C-58	35.40	15.00	0.78	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	11.194	12.298	13.331	14.968	16.055
C-60	13.81	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.298	4.722	5.119	5.747	6.164
C-61	14.96	15.00	0.78	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	4.731	5.198	5.635	6.327	6.786
C-62	30.26	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	9.507	10.444	11.322	12.712	13.634
C-63	8.02	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	2.520	2.769	3.002	3.370	3.615
C-64	77.56	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	24.134	26.515	28.742	32.271	34.613
C-65	36.58	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	11.270	12.382	13.422	15.070	16.164
C-66	1.66	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	0.522	0.574	0.622	0.698	0.749
C-67	111.63	15.87	0.77	143.96	158.16	171.50	192.29	205.97	34.148	37.516	40.681	45.613	48.858
C-68	236.17	17.59	0.76	139.35	153.09	166.11	185.77	201.07	69.248	76.078	82.546	92.317	99.924
C-69	26.10	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	8.121	8.922	9.672	10.859	11.647
C-70	1.90	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	0.587	0.645	0.699	0.785	0.842
C-71	3.05	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	0.941	1.034	1.121	1.259	1.350
C-72	3.00	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	0.923	1.015	1.100	1.235	1.324
C-73	8.60	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	2.649	2.911	3.155	3.542	3.800
C-74	57.04	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	17.573	19.307	20.929	23.498	25.204
C-75	18.01	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	5.605	6.158	6.675	7.495	8.039
C-76	4.30	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.337	1.469	1.593	1.788	1.918
C-77	4.04	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.245	1.367	1.482	1.664	1.785
C-78	25.77	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	8.096	8.895	9.642	10.826	11.611
C-79	6.87	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	2.136	2.347	2.544	2.856	3.064

Cuenca	Área (ha)	Tc (min)	C	Intensidad de lluvia (mm/h)					Caudales (m³/s)				
				T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100
C-80	50.80	15.00	0.77	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	15.806	17.365	18.823	21.135	22.668
C-82	4.58	15.00	0.76	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	1.411	1.550	1.680	1.886	2.023
C-83	6.32	15.00	0.79	146.42	160.87	174.38	195.79	210.00	2.037	2.238	2.426	2.724	2.922

Fuente: 'Documento para licitación del Estudio, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras para la Ampliación y Rehabilitación a Seis (6) Carriles – Corredor de las Playas, Tramo: La Chorrera - Santa Cruz. Provincia de Panamá Oeste. FCC, 2017.

**Tabla 6-24. Caudales para diferentes períodos de retorno. Cuencas >250 ha**

Cuenca	Área (km²)	Q <sub>Pmax</sub> (m³/s)	Q <sub>max</sub> (m³/s) T=5 AÑOS	Q <sub>max</sub> (m³/s) T=10 AÑOS	Q <sub>max</sub> (m³/s) T=20 AÑOS	Q <sub>max</sub> (m³/s) T=50 AÑOS	Q <sub>max</sub> (m³/s) T=100 AÑOS	Q <sub>max</sub> (m³/s) T=500 AÑOS
C-11	7.915	47.45	64.530	78.764	92.999	112.453	127.162	163.697
C-16	69.045	170.30	231.608	282.698	333.788	403.611	456.404	587.535
C-37	3.679	30.19	41.064	50.122	59.180	71.560	80.920	104.169
C-38	30.402	104.96	142.751	174.241	205.730	248.765	281.304	362.127
C-41	29.651	103.43	140.661	171.689	202.717	245.122	277.185	356.824
C-42	28.677	101.41	137.916	168.339	198.761	240.339	271.775	349.860
C-44	28.088	100.17	136.237	166.289	196.341	237.413	268.467	345.601
C-50	19.566	80.93	110.065	134.344	158.623	191.804	216.893	279.209
C-57	6.170	40.96	55.712	68.001	80.290	97.086	109.784	141.327
C-59	16.258	72.55	98.67	120.44	142.20	171.95	194.44	250.31
C-81	6.979	44.05	59.911	73.127	86.342	104.404	118.060	151.980
C-84	23.557	90.30	122.806	149.896	176.985	214.008	242.000	311.530

Fuente: 'Documento para licitación del Estudio, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras para la Ampliación y Rehabilitación a Seis (6) Carriles – Corredor de las Playas, Tramo: La Chorrera - Santa Cruz. Provincia de Panamá Oeste. FCC, 2017.

### 6.6.1. b Corrientes, mareas y oleajes

Esta sección no aplica al presente estudio, ya que el proyecto se desarrollará a distancias entre 9 a 17 km aproximadamente de la costa.

### 6.6.2 Aguas subterráneas

Estudios realizados en América Central y Panamá, estiman que el volumen de agua subterránea aprovechable es de 3.31 km³/año, de los cuales el 87 % proviene de la vertiente del Pacífico y el 13 % restante de la vertiente del Atlántico. Encontrándose el uso más intensivo de las aguas subterráneas en el Arco Seco (Los Santos y Herrera), específicamente en los sectores más apartados de los servicios de agua potable y riego.

Si bien la información hidrogeológica a nivel nacional carece de suficientes datos técnicos, que nos permitan conocer en forma precisa el funcionamiento hidráulico de los acuíferos de las diferentes formaciones geológicas, tales como: transmisibilidad, permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, ETESA (1999) desarrolló un análisis a nivel de formaciones geológicas con disponibilidad de pozos, como parte de la elaboración del Mapa Hidrogeológico de Panamá (ETESA, 1999). La interpretación de las formaciones geológicas permitió clasificar, tres tipos o grupos principales de acuíferos y 10 unidades hidrogeológicas de ocurrencia de aguas subterráneas.

Tal y como se mencionó en la sección 6.1 correspondiente a la formaciones geológicas, las dos formaciones presentes en el proyecto son la formación Río Hato (QR-Aha) y la formación Tocué (TM-CATu). La unidad hidrogeológica constituida por la formación geológica Río Hato (QR-Aha), se distingue por poseer acuíferos de extensión variable, libres o confinados, constituidos por sedimentos clásticos, consolidados y poco consolidados y depósitos costeros. La calidad de las aguas subterráneas es generalmente buena, aunque es posible captar aguas salobres en ciertas áreas cerca de la costa. El promedio de la productividad de los pozos es de  $13 \text{ m}^3/\text{h}$ , sin embargo, los pozos más productivos, en la formación Río Hato, están localizados en un área muy restringida por lo que no representan el conjunto de la formación geológica, además se han reportado muchos pozos perforados sin éxito, razón por la cual la formación Río Hato se ha ubicado dentro de los acuíferos moderadamente productivos ( $Q = 3\text{-}10 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Como se mencionó anteriormente, la calidad química de las aguas en esta formación es generalmente buena, el total de sólidos disueltos oscila entre 63 y 376 ppm, el promedio de la conductividad eléctrica es de 233 micromhos a  $25^\circ\text{C}$ .

En el caso de la Formación Tocué (TM-Catu), el estudio de ETESA (1999) no incluyó una descripción específica de las condiciones hidrogeológicas relacionadas con la misma, por falta de información a nivel de pozos existentes.

No obstante, es pertinente destacar que el proyecto no espera afectar acuíferos y aguas subterráneas debido a que las obras correspondientes al desarrollo de las variantes no conllevan grandes excavaciones o subtracciones de aguas profundas.

### 6.6.2. a Identificación del acuífero

Considerando las categorías hidrogeológicas descritas en el Atlas Ambiental de la República de Panamá (ANAM, 2010), el área de estudio recorre dos categorías hidrogeológicas (Figura 6-10, al final del capítulo). A continuación se comentan las particularidades y extensión de ambas.

- **Acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas**, comprenden un conjunto de volcánicas (lavas y aglomerados), las lavas son masivas y los aglomerados se encuentran compactos. Los pozos más productivos se localizan en las zonas fracturadas. La calidad química de las aguas es generalmente buena. Este tipo de acuífero es el predominante en ambas Variantes.
  - Para el caso de la *Variante de Campana*, este tipo de acuífero se encuentra en una extensión de 40.747hectáreas (75.260%) en el área de influencia directa; mientras que en el área de influencia indirecta, está localizado en una superficie de 233.638hectáreas (71.486%).
  - Para el caso de la *Variante de Capira*, este es el único tipo de acuífero presente. En el área de influencia directa, este acuífero se distribuye en una extensión de 46.290 hectáreas (100 %); mientras que en el área de influencia indirecta, está localizado en una superficie de 321.369 hectáreas (100%).
- **Acuíferos de extensión regional limitada** constituidos por aluviones, sedimentos marinos no consolidados y deposiciones tipo delta de granulometría variables en los cuales predominan secciones arenosas, limosas y arcillosas. La calidad química de las aguas es generalmente buena. Este tipo de acuífero únicamente está presente en la *Variante de Campana*, en donde ocupa 13.395hectáreas (24.740%) en el área de influencia directa; y 93.193hectáreas (28.514%) en el área de influencia indirecta.

## 6.7 Calidad del Aire

Las actividades que tienen lugar en el área donde se desarrollará el proyecto son muy variadas, de tal manera que se encuentran sectores con áreas verdes o potreros con baja presencia de fuentes generadoras de emisiones atmosféricas de forma significativa, así como sectores con gran intensidad de actividades económicas, con locales de ventas de comida, materiales, insumos varios para el hogar y para actividades industriales y comerciales, donde puede presentarse la emisión de material particulado y gases de combustión.

En dos puntos ubicados en el área de estudio del proyecto, se realizaron mediciones de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y material particulado mayor a 10 micras (PM<sub>10</sub>), durante períodos de 24 horas, aplicando la metodología descrita en el Capítulo 3 de este documento. En la Tabla 6-25 se indica la ubicación relativa de cada punto y sus coordenadas UTM (WGS-84). La Figura 6-2b (al final del capítulo) muestra de forma gráfica dicha ubicación.

**Tabla 6-25. Ubicación de los Puntos de Medición de Calidad del Aire**

Punto	Coordenadas UTM (WGS-84)	
	Este	Norte
CA-1 (Capira)	623963	968219
CA-2 (Campana)	622351	964355

Fuente: URS Holdings, Inc.

Por otra parte, los resultados obtenidos en la medición de parámetros de calidad del aire, se presentan en forma resumida a continuación en la Tabla 6-26, donde fueron comparados con los límites establecidos en normativas de referencia, a saber, el Anteproyecto de Calidad de Aire Ambiente de la República de Panamá y las Guías de Calidad del Aire Ambiente de la OMS (actualización 2005). Los informes del equipo de medición, para cada punto, se incluyen en el anexo 6-1.

**Tabla 6-26. Resultados de las Mediciones de Calidad del Aire**

Punto	Parámetros		
	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> N)	CO (µg/m <sup>3</sup> )
	Promedio para 24 horas (máximo y mínimo horario)	Promedio para 24 horas (máximo y mínimo horario)	Promedio para 1 hora
CA-1 (Capira)	14.80	4.49	500.37 a 787.92
CA-2 (Campana)	18.21	15.35	731.85 a 1,422.19
Anteproyecto de Calidad del Aire Ambiente de Panamá	150	150	30,000
Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005)	50	200	NC

NC: No considerado en la norma.

Fuente: URS Holdings, Inc.

El análisis comparativo entre los resultados obtenidos en campo y los límites establecidos en las normativas de referencia consideradas o valores señalados en la literatura, indica lo siguiente:

- **Material Particulado menor a 10 micras (PM<sub>10</sub>):** El material particulado menor a 10 micras está conformado por partículas respirables, es decir, que pueden ingresar al sistema respiratorio y por ende causar enfermedades respiratorias, su generación se relaciona tanto con aportes naturales por el arrastre de suelos descubiertos por efecto del viento, como por actividades relacionadas al manejo de material de construcción, movimientos de tierra y emisiones vehiculares.

Los registros para este parámetro presentaron promedios de 14.80 a 18.21 µg/m<sup>3</sup>, para Capira y Campana, respectivamente. Lo anterior indica que a lo largo del trazado del proyecto no se generan actualmente niveles de material particulado mayores a los límites máximos considerados en las normas de referencia (150 y 50 µg/m<sup>3</sup>).

- **Monóxido de Carbono (CO):** El CO es un gas característico de procesos de quema de algún combustible en presencia de niveles insuficientes de oxígeno, aunque también se le relaciona con la presencia de actividades agropecuarias y algunos procesos industriales aún



sin procesos que involucren combustión. El CO penetra en el organismo a través de los pulmones, y puede provocar una disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre, con el consecuente detrimento de oxigenación de órganos y tejidos, así como disfunciones cardíacas, daños en el sistema nervioso, dolor de cabeza, mareos y fatiga; estos efectos pueden producirse tanto sobre el ser humano como sobre la fauna silvestre.

Los rangos de resultados obtenidos en Capira son menores a los obtenidos en Campana. En cuanto al comportamiento de la concentración, se observa que en Capira las mayores concentraciones se dieron entre la 1:00PM y las 7:00PM (ver anexo 6-1). Por su parte, en Campana, los mayores valores se obtuvieron entre las 8PM y 11PM. Se concluye que, respecto al límite máximo señalado en el anteproyecto de norma de calidad del aire para Panamá, las concentraciones obtenidas son considerablemente menores a dicho límite.

- **Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** El NO<sub>2</sub> es un constituyente importante de la contaminación del aire debida a combustión y se correlaciona en gran medida con otros productos de combustión primaria y secundaria; no está claro en qué medida los efectos observados sobre la salud en los estudios epidemiológicos son atribuibles al NO<sub>2</sub> propiamente tal o a otros agentes contaminantes correlacionados. No obstante, el NO<sub>2</sub> se asocia con efectos perjudiciales para la salud humana. Algunos estudios plantean efectos sobre síntomas respiratorios en lactantes, a niveles de concentración inferiores a 40 µg/m<sup>3</sup>.

Los valores obtenidos se encuentran muy debajo de los límites máximos señalados en las normativas de referencia (150 y 200 µg/m<sup>3</sup>). Para Capira el valor promedio en 24 horas fue de 4.49 µg/m<sup>3</sup>, mientras que para Campana se obtuvo un valor mayor de 15.35 µg/m<sup>3</sup>.

Los resultados obtenidos para los tres parámetros se encuentran por debajo de valores de referencia para sitios con baja carga contaminante, no apreciándose en el momento del muestreo condiciones que indiquen una alteración significativa en la calidad del aire de la zona de medición y su entorno ambiental. Estos resultados se adecúan a lo esperado para áreas urbanas con presencia de tráfico vehicular y zonas de suelos descubiertos, con una alta circulación de las masas de aire.

## 6.7.1 Ruido y vibraciones

### 6.7.1.1 Ruido

Para la caracterización de los niveles de ruido ambiental se realizaron mediciones en cuatro (4) puntos situados en los receptores sensibles más cercanos al alineamiento de las variantes de Capira y Campana. Esto con el fin de conocer las condiciones existentes en cuanto al potencial efecto del ruido a los receptores existentes, entendiéndose como receptores sensibles aquellas actividades que podrían estar sujetas a efectos significativos debido al ruido, como es el caso de residencias, locales y oficinas, entre otros. Las coordenadas UTM (WGS 84) de los puntos de medición se presentan en la Tabla 6-27. Adicionalmente, su ubicación física es mostrada en la Figura 6-2a (al final del capítulo).

**Tabla 6-27. Niveles de ruido medidos en campo**

Ubicación	Ubicación (Coordenadas UTM WGS 84)	
	Este	Norte
R-1	624123	968229
R-2	624544	968380
R-3	622397	964389
R-4	623751	963082

Fuente: Elaborado por URS Holdings Inc., 2018

A continuación, la referencia de ubicación de cada uno de los puntos de ruido medidos:

- **(R-1) – Punto Ruido 1: Capira. Distrito de Capira.** Ubicado en la vía hacia Cermeño, cercano a los estacionamientos del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA).
- **(R-2) – Punto Ruido 2: Capira. Distrito de Capira.** Ubicado en el cruce de las vías hacia Cermeño y Llano de Santa Rosa, a un costado de la Parrillada Elvis.
- **(R-3) – Punto Ruido 3: Campana. Distrito de Capira.** Ubicado frente a zona residencia en Campana.
- **(R-4) – Punto Ruido 4: Campana. Distrito de Capira.** Ubicado frente a Capilla en Altos de Campana.



Las condiciones climáticas durante la realización de las mediciones se mantuvieron constantes presentándose días soleados, con alta temperatura, humedad moderada y viento calmo a ventolina según la escala de Beaufort. Las condiciones de los parámetros descritos se muestran en la Tabla 6-28 (Ver Anexo 6-4, formularios para medición de ruido ambiental).

**Tabla 6-28. Condiciones climáticas en los sitios de medición de ruido**

Sitio de Monitoreo	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Velocidad del Viento (km/h)
R-1	60.7	31.4	0.0
R-2	60.7	31.2	3.8
R-3	78.9	31.6	3.2
R-4	66.0	34.0	4.5

Fuente: URS Holdings, Inc., 2018

Los resultados de las mediciones de ruido realizadas se presentan en la **Tabla 6-29**. En los receptores cercanos al alineamiento de la variante Capira (R-1 y R-2), sobrepasan el límite máximo de 60 dBA establecido por el Decreto Ejecutivo No. 1 de 2004. Las mediciones del nivel de ruido equivalente oscilaron entre un mínimo de 64.2 dBA en el punto R-1 y 64.4 dBA en el punto R-2. Por su parte, los resultados obtenidos cercanos al alineamiento de la variante de Campana (R-3) sobrepasa el límite, mientras que el (R-4) se sitúa justo en el límite máximo, con un valor de 59.1 dBA. En el anexo 6-4 se presentan los formularios de campo, el informe del equipo de medición y el certificado de calibración del mismo.

**Tabla 6-29. Niveles de ruido medidos en campo**

Ubicación	Resultados medición (dBA)			Límite Decreto Ejecutivo No. 1 (dBA)
	Leq	Lmax	Lmin	
R-1	64.2	82.1	43.5	60
R-2	64.4	85.5	42.0	
R-3	59.1	84.4	42.2	
R-4	72.6	100.9	47.8	

Leq: Nivel de ruido equivalente. Lmax: Nivel máximo de ruido registrado, Lmin: Nivel mínimo de ruido registrado

Fuente: URS Holdings, Inc.

Los resultados obtenidos son consecuentes con las actividades o eventos reportados durante las mediciones. Las principales fuentes de generación de ruido corresponden al tráfico esporádico de vehículos (bocinas, motores), personas hablando cercano al sitio de medición (paso peatonal, conversaciones en residencias) y ruidos generados por la fauna (trinar de aves, canto de gallos, ruido generado por insectos) presente en los alrededores de los sitios de medición. Adicional a estas actividades se reportó el uso de un cortagrama en una residencia cercana.

Los resultados obtenidos en la variante de Capiro, muestran que el sitio de medición R-1 se reportó una medición máxima de 82.1 dBA y una medición mínima de 43.1 dBA, mientras que el sitio R-2, reportó un valor máximo de 85.5 dBA y el valor mínimo de 42.0 dBA. Por su parte, en la variante de Campana, se observa que el sitio de medición R-3 reportó una medición máxima de 84.4 dBA y una medición mínima de 42.2 dBA. En el sitio de medición R-4, muestra un valor máximo de 100.9 dBA y un valor mínimo de 47.8 dBA.

En términos generales los valores no superaron los 101 dBA ni se presentaron valores por debajo de los 42 dBA. Los valores máximos son producto de eventos puntuales los cuales elevan los niveles de ruido en la zona, por ejemplo: las bocinas de los vehículos, martillazos y paso de vehículos de carga pesada. En cuanto a los niveles mínimos son momentos de silencio donde solo se perciben los sonidos de fondo o propios del sitio, generalmente son los generados por la naturaleza (trinar de aves, croar de ranas, movimiento de las hojas de los árboles por acción del viento).

De tal manera que a partir de los resultados obtenidos se puede afirmar que en el entorno cercano al alineamiento de ambas variantes (Capiro y Campana), se presentan niveles de ruido mayores que el límite máximo establecido por la normativa (60 dBA). Lo anterior, es producto principalmente del tránsito vehicular, así como por las actividades propias de ambientes urbanos.

Considerando que los cuatro sitios (receptores sensibles) superan los niveles sonoros máximo de la normativa vigente, se deberá evaluar el incremento del ruido por las actividades que se realizarán durante la construcción del proyecto, en cuanto a lo señalado en la normativa correspondiente, donde se establece que, en caso que los niveles de línea base superen el límite

señalado en la misma, durante el desarrollo del proyecto se permitirá un incremento adicional en el nivel de ruido según los siguientes criterios:

- Para áreas residenciales o vecinas a éstas, no se podrá elevar el ruido de fondo o ambiental de la zona.
- Para áreas industriales y comerciales, sin perjuicio de residencias, se permitirá sólo un aumento de 3 dB sobre el ruido de fondo o ambiental.
- Para áreas públicas, sin perjuicio de residencias, se permitirá un incremento de 5 dB sobre el ruido de fondo o ambiental.

### 6.7.1.2 Vibraciones

El proyecto se localiza en un área con potreros con algunos árboles dispersos, cercas vivas y parches de bosques cercanos a riberas del río, con algunas estructuras en terrenos privados y vías de circulación. Los sitios de medición fueron establecidos en los receptores (viviendas, comercios, instituciones) más cercanas al alineamiento de cada variante. Al momento del levantamiento de información de línea base, la principal fuente de vibración registrada en el área de estudio fue el tráfico vehicular de equipo liviano y pesado.

En líneas generales, los vehículos inducen cargas dinámicas contra el terreno y espectros característicos, donde cada impacto varía en intensidad según el sistema de suspensión, masa y velocidad del móvil. También juega un rol importante la rugosidad o el estado del camino, sea asfalto, piedras u hormigón.

Para caracterizar los potenciales daños que las vibraciones puedan generar sobre cualquier estructura, el anteproyecto de ley de Panamá utiliza un parámetro denominado velocidad pico de las partículas del terreno (PPV por sus siglas en inglés). Como parte del levantamiento de información de línea base del presente estudio, se realizaron mediciones de vibraciones ambientales en cuatro puntos ubicados en las estructuras más cercanas al alineamiento, coincidiendo con los puntos de medición de ruido ambiental (ver referencia de ubicación en el acápite 6.7.1.1), al considerar la distribución de los receptores sensibles (Figura 6-2a, al final del capítulo).

Los resultados obtenidos fueron procesados para ser comparados con los límites máximos permisibles establecidos por el Anteproyecto de Ley para las afectaciones a las edificaciones en la República de Panamá. En la Tabla 6-30 se presentan los resultados obtenidos, señalándose el eje en el cual se registró el valor de PPV más alto en cada medición y el límite considerado en la norma de referencia antes mencionado.

**Tabla 6-30. Resultados de las Mediciones de Vibración\***

Punto	Coordenadas UTM (WGS-84)	Mediciones		Límite Anteproyecto de Ley
		Velocidad Pico de Partículas (mm/s)	Frecuencia (HZ)	
V-1	624123 968229	0.159 (eje vertical)	21	50 mm/s
V-2	624544 968380	0.127 (eje vertical)	<100	
V-3	622397 964389	0.587 (eje longitudinal)	28	
V-4	623751 963082	0.206 (eje vertical)	17	

\*: Se muestran los valores del eje dominante, más detalle ver informes anexos.

Elaborado por URS Holdings.

Considerando el tipo de estructuras presentes en los sitios de medición, el anteproyecto de norma de vibraciones para Panamá establece que el parámetro de medición, velocidad pico de partículas, no debe superar el límite de 50 mm/s, establecido para estructuras que cumplen con el Reglamento para Diseño Estructural en la República de Panamá, entiéndase aquellas viviendas o estructuras que están construidas con bloques, columnas o reforzadas. En las mediciones realizadas dicho límite no fue superado por los registros obtenidos, lo cual indica que las estructuras tienen actualmente una baja probabilidad de ser afectadas por los niveles de vibraciones existentes. En el Anexo 6-5 se presentan los formularios de campo, el informe del equipo de medición y el certificado de calibración del mismo.

## 6.7.2 Olores

El olor es definido como “una sensación percibida al interactuar moléculas volátiles que están presentes en el aire, con las células receptoras de la nariz”. La existencia de olores molestos es percibida por el sentido del olfato y transmitida a través de la membrana olfatoria a las células

olfatorias del sistema nervioso central. El olor puede convertirse en un elemento molesto o perturbador, en la medida que interfiera con el bienestar físico, mental y social del ser humano<sup>5</sup>.

Los olores pueden ser generados por varios tipos de fuentes, sean estas de origen natural, generado por el hombre y sus actividades, generadas por actividades de tipo industrial, fijas o de área, etc. En este sentido, estudios realizados por URS Holdings, 2004, como parte del Anteproyecto de Norma para el Control de Olores Molestos, reportan que en las ciudades de Panamá y San Miguelito, los olores que incomodan a la población de esas áreas corresponden al: humo por uso de drogas, mala manipulación y acumulación de basura, aguas negras, olores que emanan de fábricas, heces fecales, aguas contaminadas o estancadas, olores aromáticos provenientes de la manipulación de combustible y malos olores provenientes de los principales ríos que atraviesan la Ciudad (Matasnillo, Matías Hernández); así como, de la Bahía de Panamá.

Durante el levantamiento de la línea base para el presente estudio, URS Holdings Inc., procedió a realizar la caracterización general de los olores percibidos en el área donde se realizarán los trabajos correspondientes a las Variantes de Capira y Campana, mediante inspecciones de reconocimiento para identificar las fuentes de olor. Los resultados se presentan en la Tabla 6-31, a continuación.

---

<sup>5</sup> OMS, 1994.

**Tabla 6-31. Olores percibidos a lo largo del área donde se desarrollará el proyecto**

No	Sectores	Características Percibidas
1	Zonas con desarrollo urbano.	Se perciben olores relacionados con gases de combustión emitidos por el constante tráfico vehicular, especialmente autobuses y carga pesada, así como emisiones desde puntos con presencia de desechos orgánicos y ventas de comida.
2	Servidumbre vial, potreros y áreas no desarrolladas.	Los sectores de servidumbre vial y áreas no desarrolladas con presencia de potreros, cursos de agua y terrenos sin uso, ocupados con vegetación arbórea y de gramíneas, presentan olores relacionados con el tráfico vehicular, aunque se presenta una alta circulación del aire que minimiza el tiempo de permanencia de los gases. En algunos sectores pueden presentarse olores característicos de residuos vegetales en descomposición y desechos orgánicos por la presencia de ganado.

Elaborado por URS Holdings, Inc.

### **6.8 Antecedentes sobre la vulnerabilidad frente a amenazas naturales en el área**

Las amenazas naturales corresponden a la probabilidad de que un fenómeno natural ocasione algún tipo de daño o catástrofe sobre el ambiente. Los fenómenos incluyen los sismos, las inundaciones, la erosión y los deslizamientos.

En Panamá, suelen presentarse algunos fenómenos o amenazas naturales que son típicos de la región tropical tales como: ondas del Este, tormentas tropicales, efectos secundarios de los huracanes y tornados, trombas marinas, precipitaciones continuas, moderadas o fuertes y vientos. A este respecto, en la versión más reciente disponible en la página web del Ministerio de Ambiente, del documento que presenta los resultados de la red nacional de monitoreo de la calidad del agua, denominado “Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua en las Cuencas Hidrográficas de Panamá. Compendio de Resultados Años 2002 – 2008”, se presenta un análisis de las condiciones existentes en 35 cuencas seleccionadas a nivel nacional. Entre ellas se considera la cuenca 138 (entre los ríos Antón y Caimito), identificándose los problemas ambientales existentes. De lo anterior, se concluye que los desastres ambientales recurrentes son principalmente las inundaciones y deslizamientos.

En el año 2001 la Organización de los Estados Americanos (OEA), a través de la Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (UDSMA), llevó a cabo el “Estudio General sobre los Tramos Vulnerables a los Peligros Naturales de la Carretera Panamericana y sus Corredores Complementarios en Centroamérica”, con el objeto de caracterizar la vulnerabilidad a los peligros naturales de la carretera Panamericana y sus corredores complementarios en el sector de Centroamérica y definir el alcance general de las obras necesarias para reducir dicha vulnerabilidad. En dicho estudio, específicamente al analizar el caso de Panamá, se determinaron los tramos de la carretera Panamericana vulnerables a los peligros naturales identificados, los cuales se resumen en la Tabla 6-32, donde se presenta un extracto del cuadro original, para destacar las secciones relacionadas con el presente proyecto (cabe señalar que el tramo Capira-Chame no es mencionado en dicho estudio, posiblemente por falta de información para el análisis).

**Tabla 6-32. Longitud vulnerable a los peligros naturales de la Carretera Panamericana en Panamá**

<b>Tramo</b>	<b>Longitud total (km)</b>	<b>Longitud vulnerable a inundaciones (km)</b>	<b>Longitud vulnerable a deslizamientos (km)</b>	<b>Longitud vulnerable a movimientos telúricos (km)</b>	<b>Longitud vulnerable a erupciones volcánicas (km)</b>
La Chorrera-Capira	14.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Chame-San Carlos	10.00	0.00	0.00	0.00	10.00

Fuente: Estudio General sobre los Tramos Vulnerables a los Peligros Naturales de la Carretera Panamericana y sus Corredores Complementarios en Centroamérica. OEA, 2001.

En la tabla anterior se observa que el estudio citado no indica vulnerabilidad para eventos de inundaciones ni deslizamientos, en los tramos señalados, a pesar que estos eventos se han presentado en el área como se describe más adelante, sino que señala exclusivamente una vulnerabilidad por erupciones volcánicas en el tramo Chame- San Carlos, posiblemente por la presencia del cerro Trinidad en el área del parque nacional Altos de Campana, de origen volcánico.

### 6.8.1 Riesgo Sísmico

Según el estudio “Los Terremotos en el Istmo de Panamá” (Camacho, 2006), en la región determinada como Panamá Central, la sismicidad es muy baja e históricamente sólo ha presentado un evento destructor, el cual ocurrió el 2 de mayo de 1621. Dicho evento causó daños en la ciudad de Panamá, en donde la intensidad alcanzó los VII en la escala Mercalli Modificada (Viquez y Camacho, 1993).

Por otra parte, el Mapa de Amenaza Sísmica para la República de Panamá (Figura 6-11 al final del capítulo) confeccionado por el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, indica que el sector donde se ubica el proyecto es considerado de bajo riesgo sísmico con una aceleración entre 1.8 y 2.4 m/s<sup>2</sup> en una escala que llega hasta 6.2 m/s<sup>2</sup>.

A nivel nacional, los sismos con magnitud de 5.0 Mw o más, según la información disponible (2015 – 2018), presentada por el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá en su página web, encargado del monitoreo sísmico a nivel nacional y el sistema DesInventar actualizado por el Servicio Nacional de Protección Civil (SINAPROC), disponible vía web (<http://online.desinventar.org>), los sismos más recientes (enero 2015 – marzo 2017), se señalan en la Tabla 6-33, donde se observa que ninguno de los mismos se presentó en el área del proyecto.

**Tabla 6-33. Principales eventos sísmicos ocurridos en el país con magnitud  $\geq 5$ Mw**

Fecha	Detalles
07 Enero 2015	218 km Sur Suroeste de Isla Coiba su magnitud fue de 5.2 Mw y la profundidad de 0.4 km.
07 Enero 2015	54 km al Oeste Noroeste de Isla Coiba, magnitud de 5.3 Mw y profundidad de 45.4 Km
04 Febrero 2015	209 km Sur Suroeste de Isla Coiba, magnitud de 5.6 Mw y profundidad de 10 km.
09 Marzo 2015	143 km Suroeste de Isla Coiba, magnitud de 6.2 Mw y profundidad de 4.4 km.
24 Marzo 2015	19 km Norte Noreste de Isla Coiba, magnitud de 5.6 Mw y profundidad de 0 Km
25 Abril 2015	63 km Oeste Suroeste de Puerto Armuelles, magnitud de 5.3 Mw y profundidad de 14 km.
05 Mayo 2015	143 km Oeste Noroeste de Volcán, magnitud de 5 Mw y profundidad de 13.1 Km
21 Junio 2015	123 km Noroeste de Bocas del Toro. Magnitud de 5 Mw y



Fecha	Detalles
	profundidad de 12.2 km.
24 Junio 2015	188 km Sureste de Chepo, magnitud de 5.2 y profundidad de 14.4 km.
24 Junio 2015	Puerto Armuelles, magnitud de 5.7 Mw y profundidad de 0 km.
28 Julio 2015	215 km Este Sureste de Chepo, magnitud de 5.8 Mw, profundidad de 0 km.
14 Septiembre 2015	190 km Sur Sureste de Chepo, magnitud de 5.1 Mw y profundidad de 10 km.
26 Octubre 2015	167 km Oeste Noroeste de Puerto Armuelles, magnitud de 5 Mw y profundidad de 0 km.
18 Enero 2016	170 km Oeste Noroeste de Puerto Armuelles, magnitud de 5.3 Mw, profundidad de 10 km.
31 Enero 2016	22 km Oeste Suroeste de Volcán, magnitud de 5 Mw y profundidad de 8.3 km.
20 Febrero 2016	89 km Oeste Noroeste de Puerto Armuelles, magnitud de 5.2 Mw, profundidad de 14.5 km.
30 Noviembre 2016	186 km Oeste Noroeste de Bocas del Toro, magnitud de 5.2 Mw, profundidad 0.5 km.
12 Enero 2017	306 km Este sureste de Los Santos, magnitud de 5.4 Mw, profundidad 0 km.
20 Febrero 2017	79 km Este sureste de Chame, magnitud de 4.9 Mw, profundidad 7 km.
2 Abril 2017	12 km de Cerro Punta, magnitud de 5.2 Mw, profundidad 10 km.
22 Junio 2017	62 km Sur suroeste de Isla Coiba, magnitud de 5.7 Mw, profundidad 0.1 km.
23 Junio 2017	125 km Suroeste de Isla Coiba, magnitud de 5.3 Mw, profundidad 10 km.
17 Noviembre 2017	102 km Oeste de Isla Coiba, magnitud de 5.1 Mw, profundidad 23.3 km.

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc. a partir de información del Instituto de Geociencia y base de datos DesInventar.org.

## 6.9 Identificación de los sitios propensos a inundaciones

Las características hidrológicas y geomorfológicas en el área de estudio 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. En la Figura 6-12 (al final del capítulo), se presenta el resultado de un análisis de susceptibilidad a inundaciones a nivel de cuencas (Atlas Ambiental, ANAM, 2010), donde se señala que la cuenca 138 (entre los ríos Antón y Caimito), en donde se localiza el proyecto, presenta una susceptibilidad moderada ante estos fenómenos.

Las corrientes de los ríos Camarón y Capira serán interceptadas por el alineamiento de ambas variantes. De ambos ríos señalados, el río Capira destaca por su importancia regional dado que actualmente, sobre el mismo existen puentes de más de 30 metros de luz en la carretera Panamericana (Consorcio Corredor de las Playas, 2018). Adicionalmente, la construcción de la variante Capira contempla la construcción de 4 puentes nuevos sobre el río Capira. El Servicio Nacional de Protección Civil (SINAPROC) ha mantenido actualizado hasta marzo 2017, un inventario de desastres a través del sistema DesInventar, disponible vía web (<http://online.desinventar.org>). En la Tabla 6-34 se resumen los eventos reportados en dicho inventario en el período septiembre 2014 a enero 2018 y para los distritos de La Chorrera, Capira y Chame, así como eventos señalados en fuentes varias (La Prensa, TVN, Telemetro, boletines SINAPROC). Se observa que de acuerdo a las fuentes consultadas, hubo un evento puntual de desbordamiento del río Capira (2014); no obstante debido a la escasez de información disponible, no es posible identificar la ubicación exacta ni las causas de los otros eventos de inundación indicados.

Es oportuno destacar que el período de retorno empleado para el dimensionamiento hidráulico de los puentes en la variante Capira corresponde a 100 años. Asimismo, las elevaciones mínimas de los niveles inferiores de las vigas del tablero han sido fijadas de tal manera que cumplen con el resguardo mínimo fijado en el Pliego de Cargos (1.80 m sobre el Nivel de Agua Máxima Extraordinario). Esto es importante, dado que el proyecto se asegura que las nuevas estructuras (puentes) no obstruirán la continuidad longitudinal del cauce, y en caso de eventos de lluvia la lámina de agua no se verá afectada.

**Tabla 6-34. Inventario de inundaciones del SINAPROC**

<b>Lugar</b>	<b>Causa</b>	<b>Fecha</b>
Capira/ Capira Cabecera El Pantanal, Bda. San Felipe	Desbordamiento río Capira	11 septiembre 2014
Capira/ Capira Cabecera Carretera hacia Cermeño	Desbordamiento curso de agua	11 septiembre 2014
La Chorrera/ Barrio Colón Sector Santa Elena	Desbordamiento curso de agua	21 septiembre 2014
La Chorrera/ Barrio Colón Sector San Mateo	Desbordamiento curso de agua	21 septiembre 2014

Lugar	Causa	Fecha
La Chorrera/ Puerto Caimito El Progreso #1 y #2	Desbordamiento curso de agua	21 septiembre 2014
La Chorrera/ Puerto Caimito Sector Nicolás Solano	Causa desconocida	21 septiembre 2014
La Chorrera/ Puerto Caimito El Progreso #2	Desbordamiento curso de agua	23 septiembre 2014
La Chorrera/ Barrio Colón Mastranto	Desbordamiento del alcantarillado	27 octubre 2014
Capira	Desbordamiento río Cacao	18 octubre 2016
La Chorrera/ Herrera Residencial Los Flamings	Inundación. No se especifica causa	18 noviembre 2014
Chame/ Sajalices Frente a la escuela	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	19 octubre 2016
Chame/ Sajalices Puerto Espavé	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	19 octubre 2016
Chame/ Sajalices	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	19 octubre 2016
Chame/ Sajalices Puerto Espavé	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	19 octubre 2016
Chame/ Sajalices Barriada Espavé	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	19 octubre 2016
Chame/ Sajalices Puerto Espavé	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	19 octubre 2016
Chame/ Sajalices	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	19 octubre 2016
La Chorrera	Desbordamiento río Trapichito	22 noviembre 2016
La Chorrera/ Barrio Balboa Sector de Revolución final	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	23 noviembre 2016
La Chorrera/ El Coco Sector de Potrero Grande, El Raudal, Sector 6.	Acumulación de aguas por fuertes lluvias	23 noviembre 2016
La Chorrera/ Herrera	Desbordamiento río Caimito	23 noviembre 2016
Áreas de Capira, Chame y La Chorrera	Desbordamiento ríos	24 octubre 2017
Áreas de Capira, Chame y La Chorrera	Desbordamiento ríos, entre ellos río Chame	26 octubre 2017
Corregimiento de Santa Rosa, El Cacao y Ciri Grande	Desbordamiento del río Ciri Grande	8 enero 2018

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc. a partir de información de varias fuentes (ver texto).

### 6.10 Identificación de los sitios propensos a erosión y deslizamientos

La erosión es un proceso natural complejo que puede variar en su nivel de gravedad, dependiendo de la época del año y las características naturales del área como pendiente, tipo de suelo, cubierta vegetal y a la presencia de actividades humanas tales como construcción de estructuras, limpieza de terrenos, agricultura, etc., motivo por el cual la erosión se distribuye de forma muy irregular en tiempo y espacio.

Las pérdidas de suelo por erosión y deslizamientos son eventos importantes debido a que en conjunto generan la pérdida de espacios naturales y productivos, afectan estructuras existentes y, una vez que los suelos son transportados por la escorrentía superficial hacia las corrientes naturales como sedimentos en suspensión, estos tienen el potencial de contaminar las aguas, colmatar lagos y afectar ecosistemas sensibles aguas abajo de su fuente, así mismo se generan afectaciones a los sistemas para el manejo de las aguas de escorrentía. Los sitios propensos a erosión y deslizamientos no se consideran predominantes en el área del Proyecto, en vista del grado de compactación existente, la impermeabilización de las capas superficiales de suelo en parte de la red vial existente y conformación de losas de concreto en áreas acondicionadas para la construcción de estructuras, en algunos sectores alrededor de servidumbres viales y en ocasiones dentro de la misma.

A nivel local, el Servicio Nacional de Protección Civil (SINAPROC) ha mantenido actualizado un inventario de desastres a través del sistema DesInventar disponible vía web (<http://online.desinventar.org/>). En la Tabla 6-35 se presenta un resumen los eventos reportados en el período enero 2010 a marzo 2017 y para los distritos de La Chorrera, Capiro y Chame, así como noticias destacadas en páginas web nacionales (La Prensa, TVN, Telemetro).

**Tabla 6-35. Inventario de Deslizamientos del SINAPROC**

Lugar	Causa	Fecha
Capira/ Campana Cerro Campana	Lluvias	09 septiembre 2010
La Chorrera/ Iturralde	Lluvias	21 diciembre 2010
Capira/ Campana	Lluvias	23 agosto 2012

Lugar	Causa	Fecha
Cerro Campana		
Capira/ Cirí Grande Cerca de la escuela	Lluvias	14 octubre 2012
La Chorrera/ Iturralde Nueva Arenosa	Lluvias	25 noviembre 2012
Capira	Lluvias	25 noviembre 2012
La Chorrera/ Iturralde Nueva Arenosa	Lluvias	27 noviembre 2012
Capira Caimito, Nueva Arenosa	Lluvias	28 noviembre 2012
Capira Olla Arriba, El Cacao	Lluvias	17 diciembre 2013
La Chorrera/ Mendoza Estancia Las Mendosas	Desconocida	10 abril 2014
La Chorrera/ Mendoza Estancia Las Mendosas (calle 5)	No se indica	23 noviembre 2016
La Chorrera/ Mendoza Estancia Las Mendosas (calle 6)	No se indica	23 noviembre 2016
La Chorrera/ Puerto Caimito Villa Nazareth	Lluvias	24 noviembre 2016

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc. a partir de información de varias fuentes (ver texto).

Por otra parte, la Figura 6-13 (al final del capítulo), presenta un análisis de susceptibilidad a deslizamientos a nivel de distrito (Atlas Ambiental de Panamá, ANAM, 2010), donde se observa que el área del proyecto, ubicada en el distrito de Capira, recorre sectores con una susceptibilidad Moderada a este tipo de eventos.

**Proyecto:**
**MUESTREO DE RUIDO AMBIENTAL**
**Ubicación:**

Distrito de Capira, Panamá Oeste

**Fotografía:**

No. 1

**Fecha:**

16-mar-2018

**Descripción:**

Se observa al personal técnico de URS realizando la calibración del equipo de medición. Este procedimiento se realizó antes de iniciar y al finalizar la medición.

Adicionalmente se observa una de las pocas residencias cercanas al alineamiento propuesto para el proyecto.


**Fotografía:**

No. 2

**Fecha:**

16-mar-2018

**Descripción:**

Vistas generales de los alrededores del sitio de muestreo denominado R-1. Al otro extremo de la vía hacia cermeño se observó una residencia de 2 plantas y los estacionamientos del MIDA.





**Proyecto:**
**MUESTREO DE RUIDO AMBIENTAL**
**Ubicación:**

Distrito de Capira, Panamá Oeste

**Fotografía:**  
No. 3

**Fecha:**  
16-mar-2018

**Descripción:**

Durante el muestreo se realizaron mediciones de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento en el sitio R-1.


**Fotografía:**  
No. 4

**Fecha:**  
16-mar-2018

**Descripción:**

Se observa al personal técnico de URS realizando la calibración del equipo de medición en el sitio de medición denominado R-2, este sitio se ubicó cercano a una residencia y a la parrillada Elvis.



**Proyecto:**
**MUESTREO DE RUIDO AMBIENTAL**
**Ubicación:**

Distrito de Capira, Panamá Oeste

**Fotografía:**  
No. 5

**Fecha:**  
16-mar-2018

**Descripción:**

Los principales eventos que incidieron en el resultado de la medición realizada en el sitio R-2 fue el tráfico por la vía.

Se observa al personal técnico de URS realizando las mediciones de algunos parámetros in situ con la ayuda de un termo mini anemómetro.


**Fotografía:**  
No. 6

**Fecha:**  
16-mar-2018

**Descripción:**

Residencia cercana al sitio de medición R-2. Durante la medición se presentaron actividades cotidianas de la comunidad.





**Proyecto:**
**MUESTREO DE RUIDO AMBIENTAL**
**Ubicación:**

Distrito de Capira, Panamá Oeste

**Fotografía:**  
No. 7

**Fecha:**  
22-jun-2018

**Descripción:**

Se observa al personal técnico de URS realizando las mediciones de algunos parámetros en campo con la ayuda de un termo mini anemómetro, en el sitio R-3.


**Fotografía:**  
No. 8

**Fecha:**  
22-jun-2018

**Descripción:**

Vista del lugar donde se realizó la medición en el sitio R-3 cercano a Residencias. Podemos observar una de las fuentes generadoras de ruido, como lo es el paso de constante de vehículos.



**Proyecto:**
**MUESTREO DE RUIDO AMBIENTAL**
**Ubicación:**

Distrito de Capira, Panamá Oeste

**Fotografía:**  
No. 9

**Fecha:**  
22-jun-2018

**Descripción:**

En la fotografía se observa el sitio de monitoreo en el punto R-4, localizado en la entrada de la Capilla de Altos de Campana.


**Fotografía:**  
No. 10

**Fecha:**  
22-jun-2018

**Descripción:**

Instante en el cual se realizaba la calibración del sonómetro, este procedimiento se realiza antes y después de la medición. Punto R-4.





**Proyecto:**
**VIBRACIÓN AMBIENTAL**
**Ubicación:**

Distrito de Capira, Panamá Oeste

**Fotografía:**

No. 1

**Fecha:**

16-mar-2018

**Descripción:**

Se observa al personal técnico de URS colocando una bolsa de arena con un peso de 10 libras sobre el geófono del equipo de medición en el sitio V-1.


**Fotografía:**

No. 2

**Fecha:**

16-mar-2018

**Descripción:**

Una vez colocado el equipo de procedió a configurar la medición. Esta se realizó por espacio de 15 minutos.



**Proyecto:**
**VIBRACIÓN AMBIENTAL**
**Ubicación:**

Distrito de Capira, Panamá Oeste

**Fotografía:**  
No. 3

**Fecha:**  
16-mar-2018

**Descripción:**

Se observa al personal técnico de URS realizando la configuración del equipo de medición. En el sitio denominado V-2. Este sitio se encuentra cercano a varias viviendas y un comercio.


**Fotografía:**  
No. 4

**Fecha:**  
16-mar-2018

**Descripción:**

Durante el tiempo de medición se realizaron anotaciones de los posibles eventos que incidieron en los resultados obtenidos.





URS		REGISTRO FOTOGRAFICO	
<b>Proyecto:</b>  <b>VIBRACIÓN AMBIENTAL</b>		<b>Ubicación:</b> Distrito de Capira, Panamá Oeste	
<b>Fotografía:</b> No. 3	<b>Fecha:</b> 22-jun-2018	<div data-bbox="613 552 1382 1125" data-label="Image"> </div>	
<b>Descripción:</b> Vista del equipo de vibración ambiental (Instatel) durante la medición en el sitio V-3 el cual se localizaba afuera de una residencia en la entrada del pueblo de Campana.			
<b>Fotografía:</b> No. 4	<b>Fecha:</b> 22-jun-2018	<div data-bbox="776 1255 1218 1869" data-label="Image"> </div>	
<b>Descripción:</b> Podemos apreciar en esta foto al personal técnico de URS colocando una bolsa de arena sobre el geófono del equipo de medición en el sitio V-3.			

**Proyecto:**
**VIBRACIÓN AMBIENTAL**
**Ubicación:**

Distrito de Capira, Panamá Oeste

**Fotografía:**  
No. 3

**Fecha:**  
22-jun-2018

**Descripción:**

Vista del equipo de vibración ambiental en el sitio denominado V-4, el cual se encuentra cercano a una Capilla de Altos de Campana, varias viviendas y un comercio.


**Fotografía:**  
No. 4

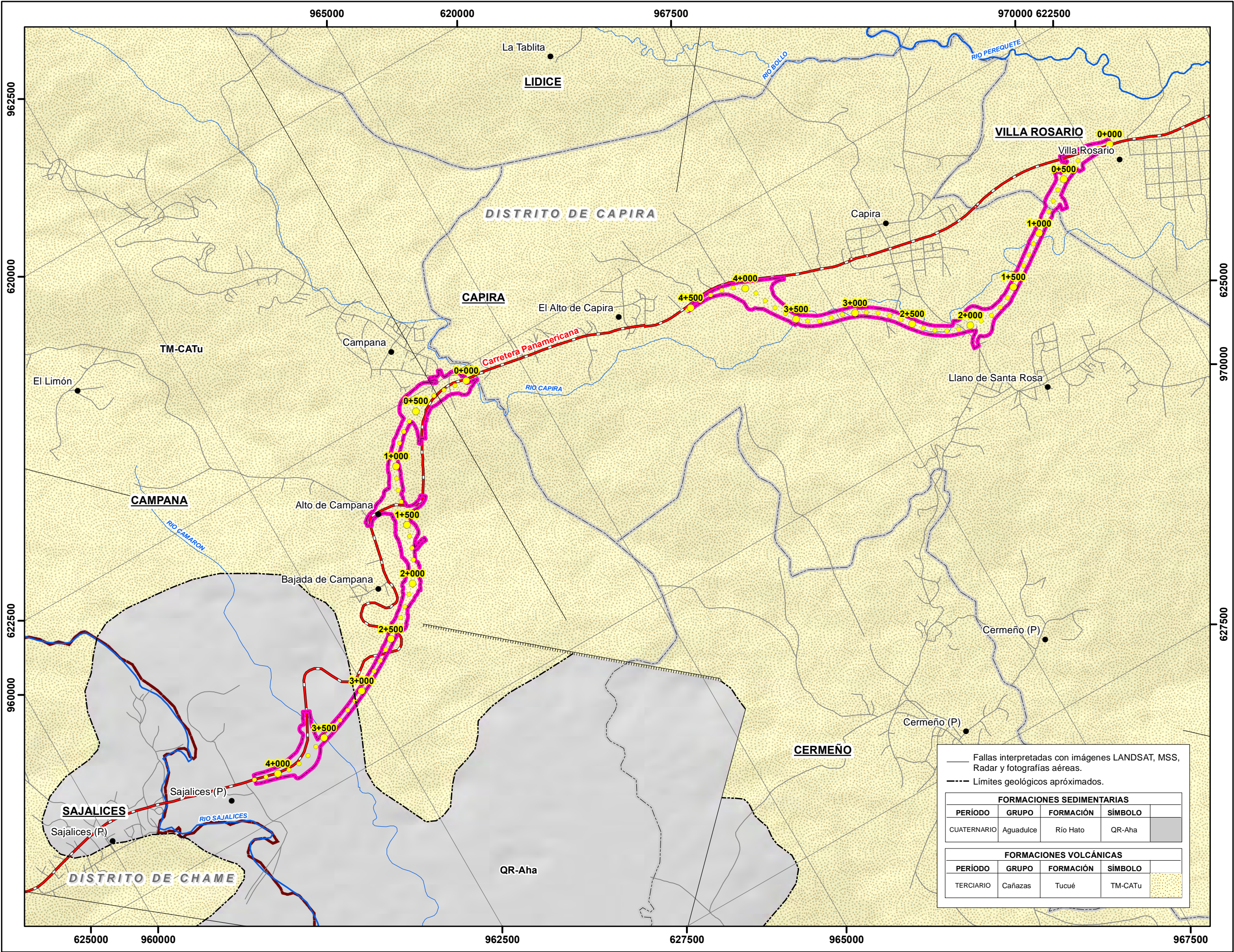
**Fecha:**  
22-jun-2018

**Descripción:**

Se observa al técnico realizando las anotaciones de los diferentes sucesos que ocurrían durante el momento de la medición. (Punto V-4).







**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II**  
**“VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-  
CORREDOR DE LAS PLAYAS**  
**TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ”**

**FIGURA N° 6-1**  
**GEOLOGÍA**

**LEYENDA**

- Lugares Poblados o Barriadas
- Ríos Principales
- Ríos Secundarios y Quebradas
- Red Vial
  - Principal
  - Secundaria
- Límite de distritos
- Límite de corregimientos
- Área del proyecto
- Tramos de la carretera cada 500 metros
- Tramos de la carretera cada 100 metros

**Norte de Cuadrícula U.T.M.**  
**Datum WGS84**  
**Zona 17**

**Escala:**  
**1:30,000**

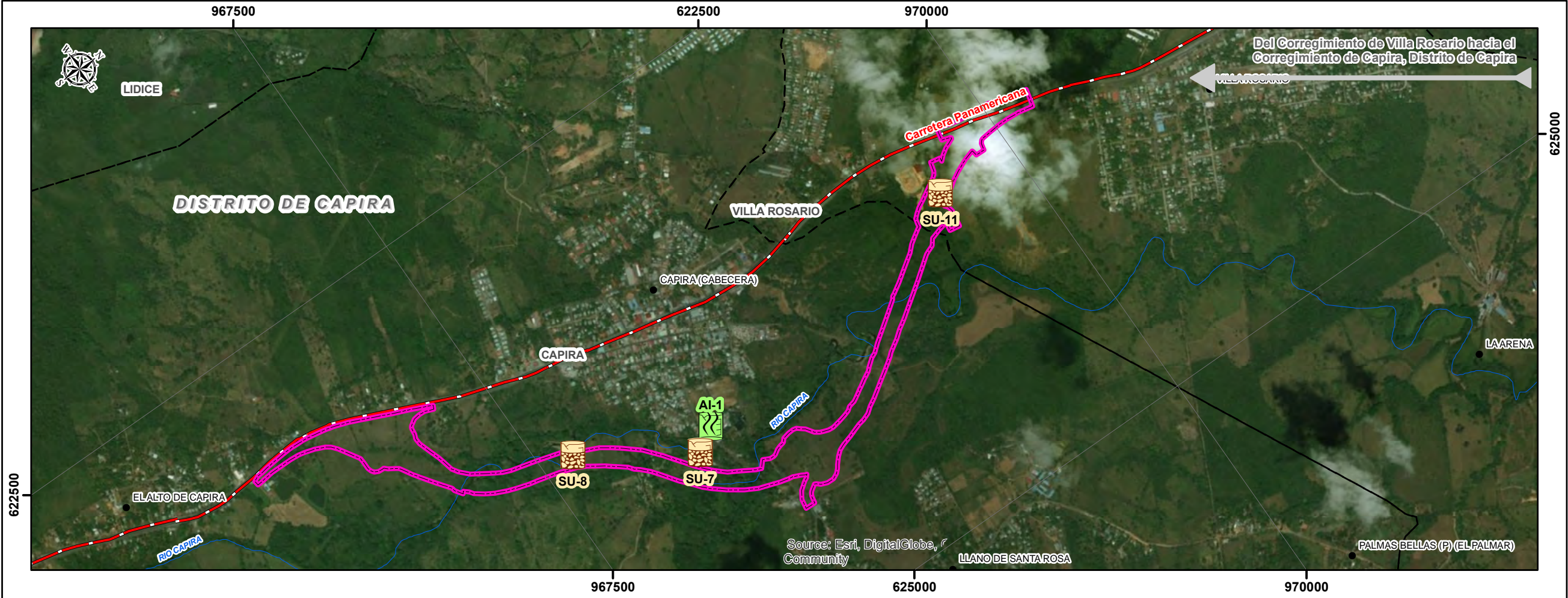
**Localización Regional**

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

**Promotor:**

**Consultor:**





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORIA II**  
**“VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-  
CORREDOR DE LAS PLAYAS**  
**TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ”**

**FIGURA N° 6-2 a**

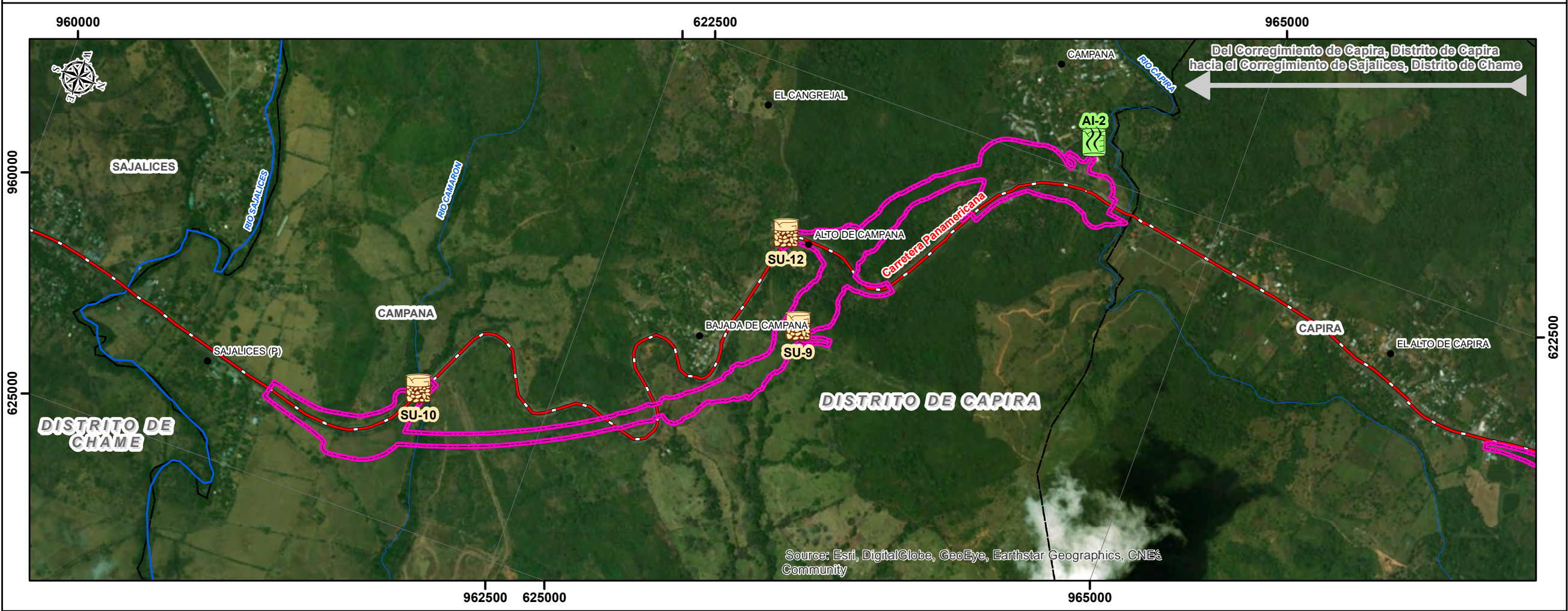
**UBICACIÓN DE SITIOS DE MUESTREOS Y  
MEDICIONES AMBIENTALES  
(CALIDAD DEL AIRE Y CALIDAD DE SUELO)**

**LEYENDA**

- Lugares Poblados o Barriadas
- Ríos Principales
- Ríos Secundarios y Quebradas
- Via Principal
- Límite de Distritos
- Límite de corregimientos
- Área del proyecto

**Ubicación de sitios**

- Calidad del aire
- Calidad del suelo



**SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS**

**Norte de Cuadrícula U.T.M.  
Datum WGS84  
Zona 17**

**Escala:  
1:20,000**

**0 0.2 0.4 0.8 1.2 Kms.**

**Localización Regional**

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

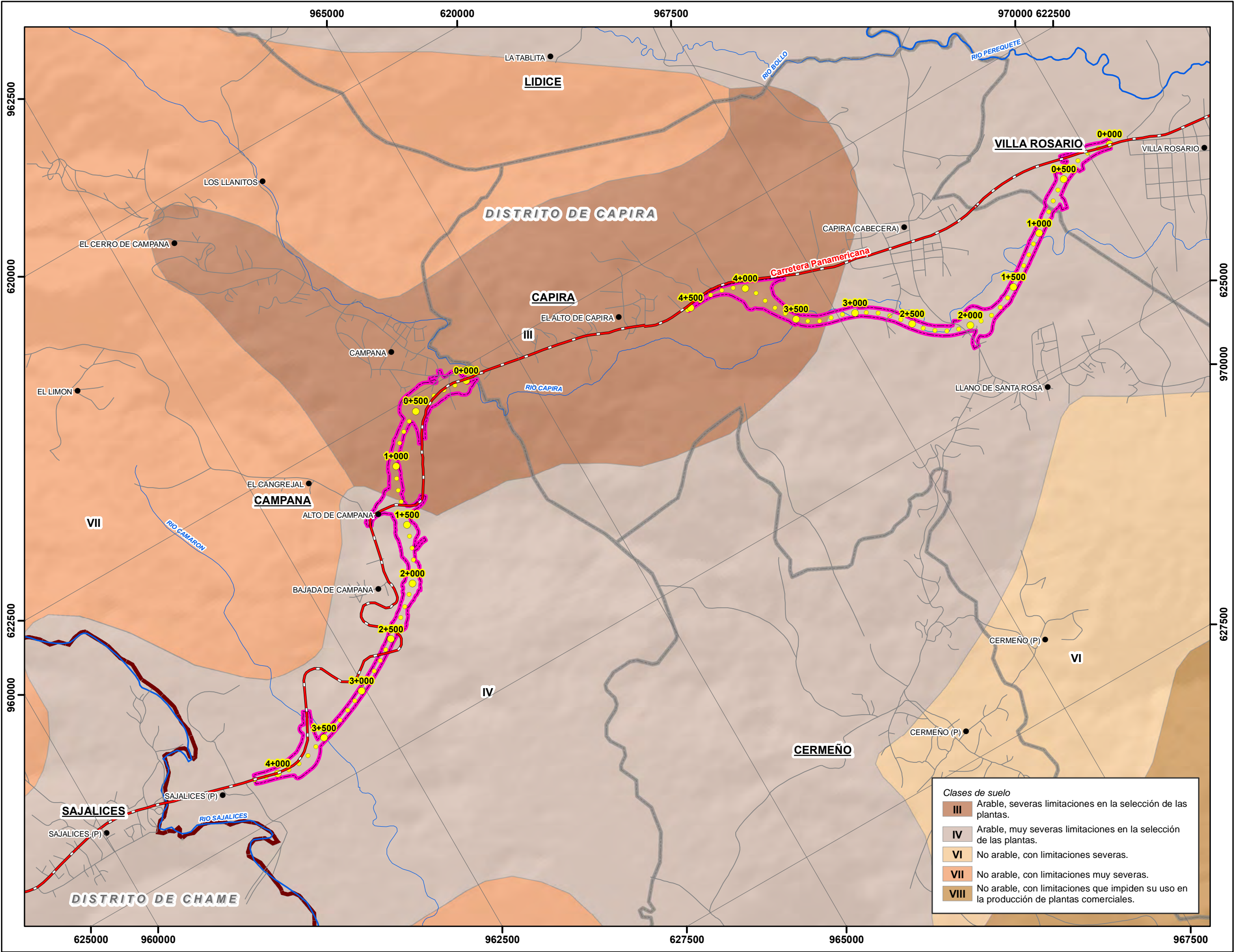
**Promotor:**  
**MOB**

**Consultor:**  
**URS**









ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II  
"VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-  
CORREDOR DE LAS PLAYAS  
TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ"

FIGURA N° 6-3  
CAPACIDAD AGROLÓGICA DEL SUELO

**LEYENDA**

- Lugares Poblados o Barriadas
- Ríos Principales
- Ríos Secundarios y Quebradas
- Red Vial
  - Principal
  - Secundaria
- ▭ Límite de corregimientos
- ▭ Límite de distritos
- ▭ Área del proyecto

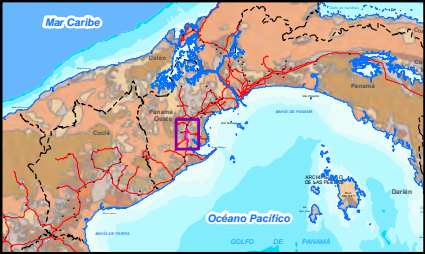
● Tramos de la carretera cada 500 metros  
● Tramos de la carretera cada 100 metros

Norte de Cuadrícula U.T.M.  
Datum WGS84  
Zona 17

Escala:  
1:30,000


0 0.3 0.6 1.2 1.8 Kms.

Localización Regional




Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

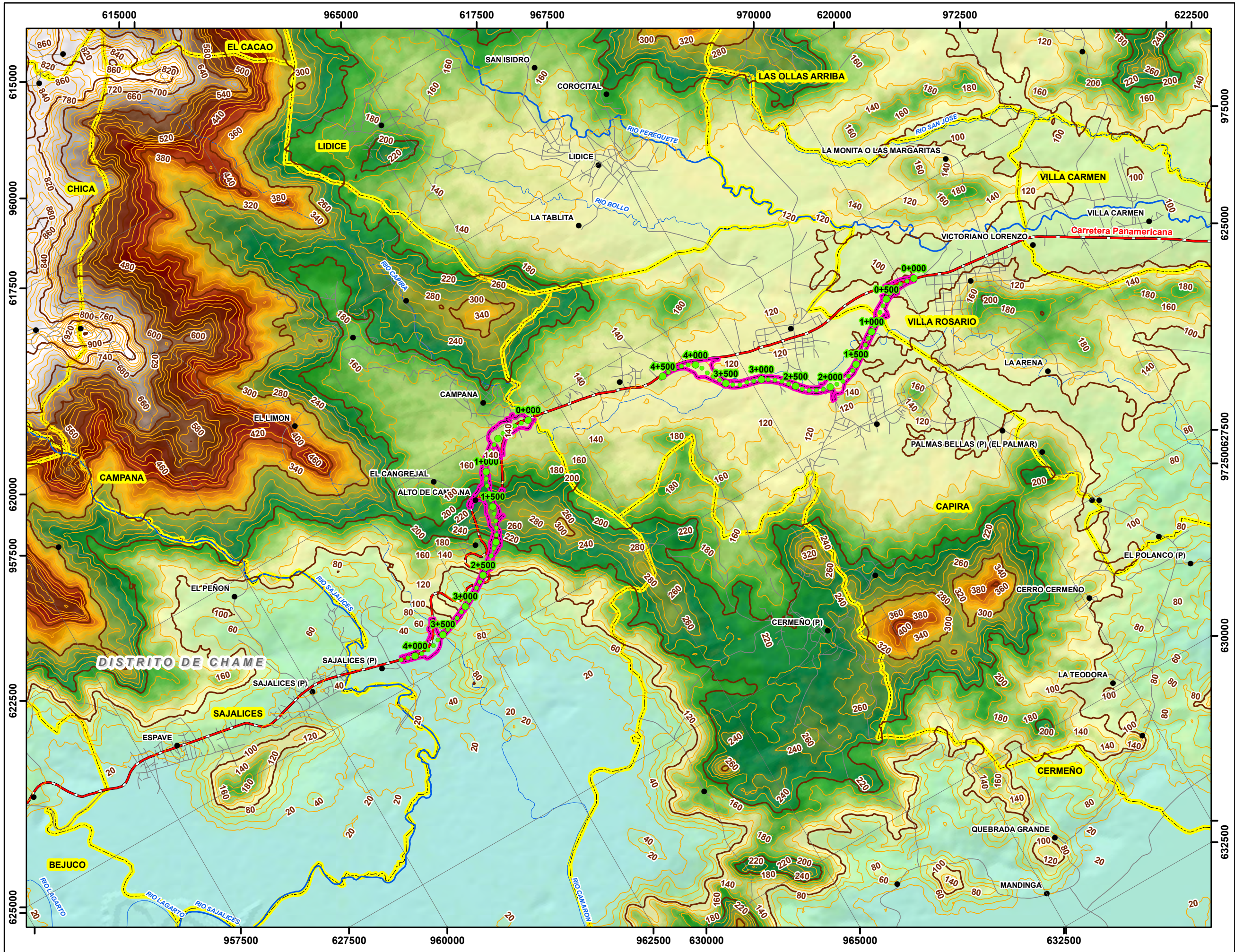
Promotor:



Consultor:







ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II  
"VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-  
CORREDOR DE LAS PLAYAS  
TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ"

FIGURA N° 6-4  
TOPOGRAFÍA

LEYENDA

- Lugares Poblados o Barriadas
- Ríos Principales
- Ríos Secundarios y Quebradas

Red Vial

- Principal
- Secundaria

Límite de corregimientos

Área del proyecto

Tramos de la carretera cada 500 metros

Tramos de la carretera cada 100 metros

Curvas de nivel (m.s.n.m.)

- Curvas de nivel cada 100 mts.
- Curvas de nivel cada 20 mts.

Norte de Cuadrícula U.T.M.  
Datum WGS84  
Zona 17

Escala:  
1:50,000

0 0.5 1 2 3 Kms.

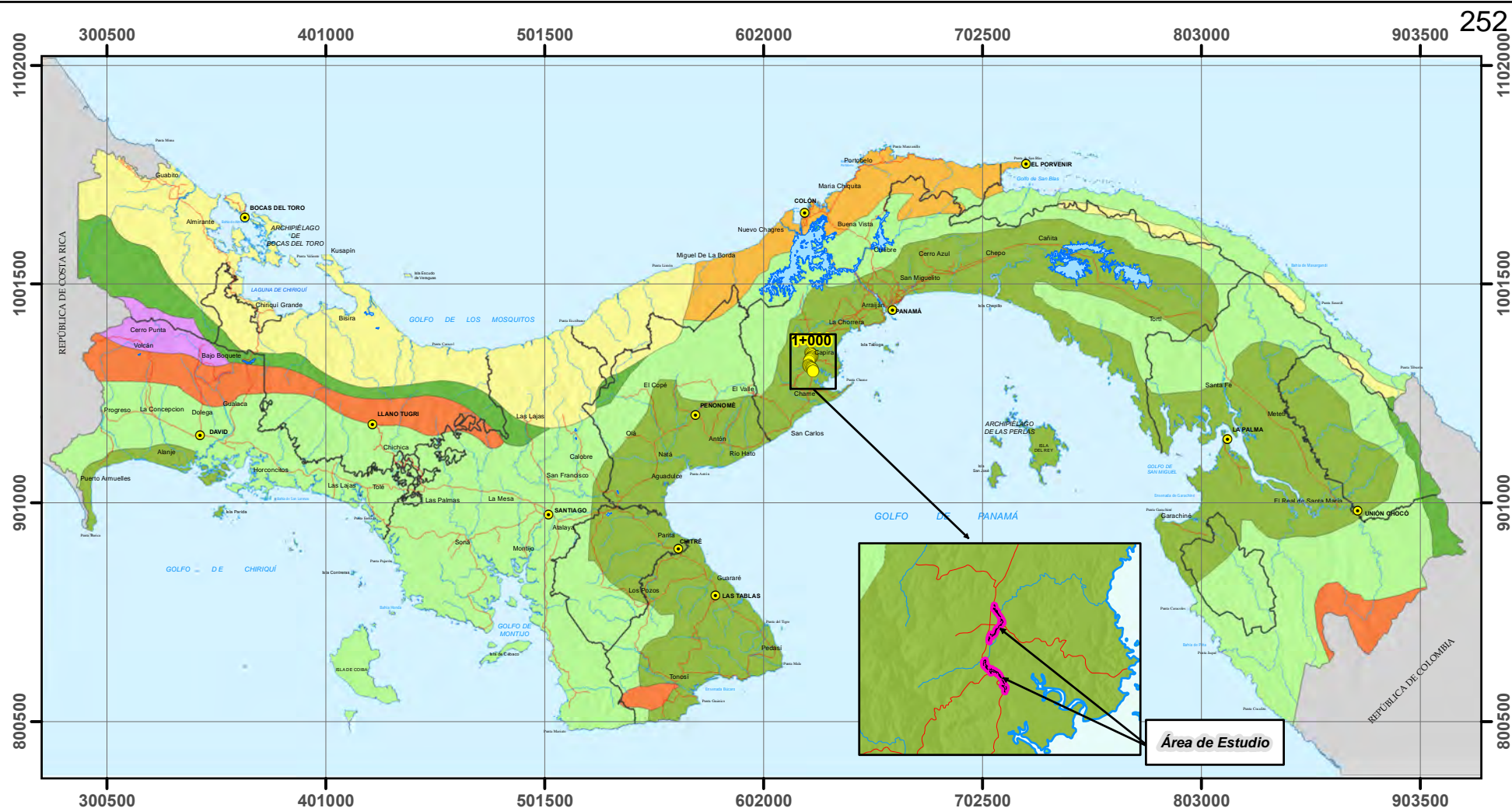
Localización Regional

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:

Consultor:





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II**  
**"VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-**  
**CORREDOR DE LAS PLAYAS**  
**TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ"**

FIGURA N° 6-5  
 TIPOS DE CLIMA SEGÚN MCKAY

**Promotor:**



**Consultor:**



**LEYENDA**

- Límite internacional
  - Costas
  - Ríos principales
  - Red vial
  - Cabecera de provincia
  - Área del proyecto
- Clasificación Climática**
- Clima Tropical de Montaña Baja
  - Clima Subecuatorial con Estación Seca
  - Clima Tropical Oceánico
  - Clima Tropical Oceánico con Estación Seca Corta
  - Clima Tropical con Estación Seca Prolongada
  - Clima Oceánico de Montaña Baja
  - Clima Tropicales de Montaña Media y Altas

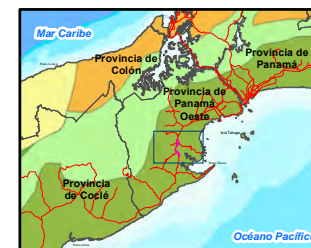


Norte de Cuadrícula U.T.M  
 Datum WGS 84  
 Zona 17

Escala  
 1:2,700,000

0 10 20 40 60 80 Kms.

**Localización Regional**

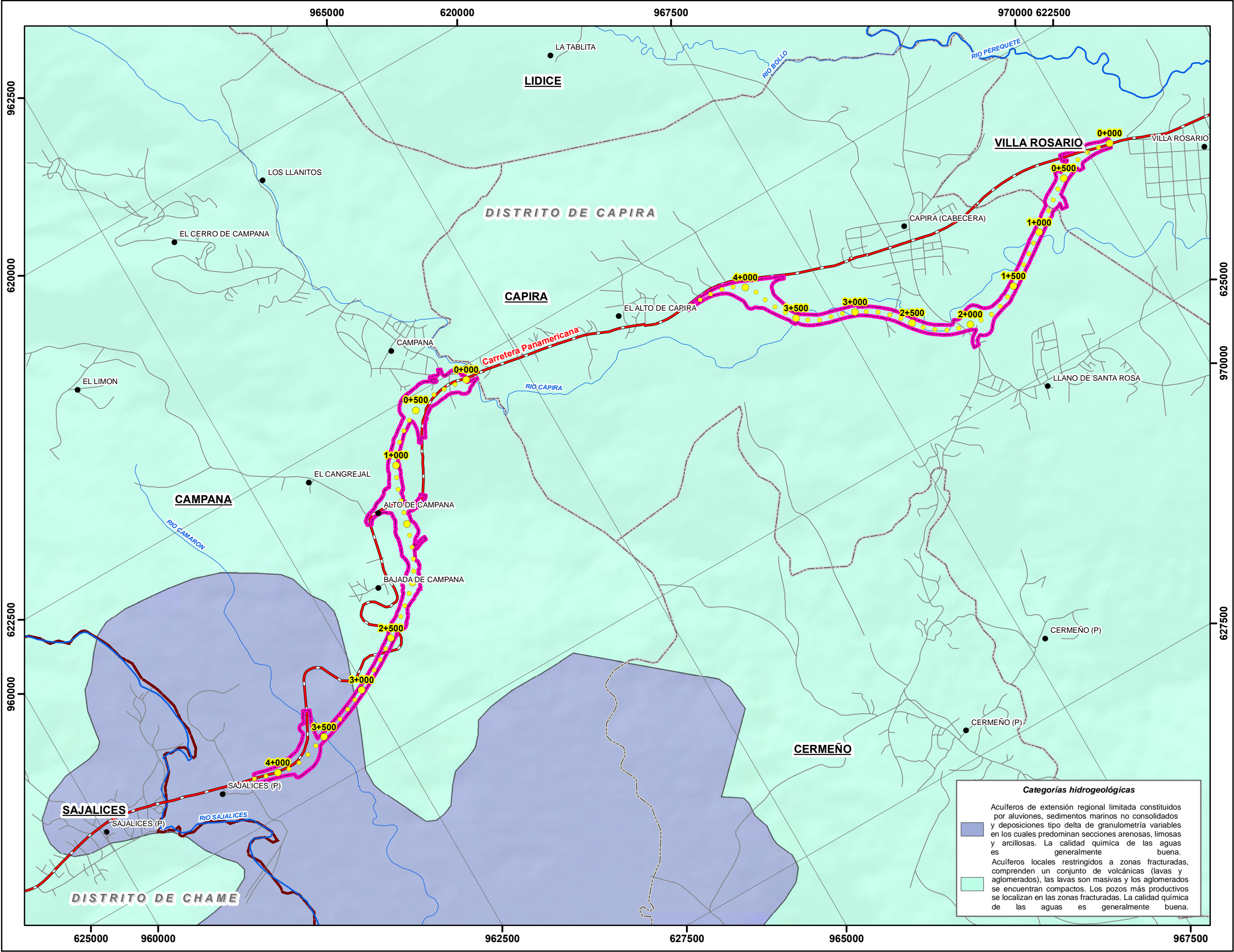


Fuente: Base de Datos SIG. URS / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2,010.









ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II  
“VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-  
CORREDOR DE LAS PLAYAS  
TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ”

FIGURA N° 6-10  
HIDROGEOLOGÍA

LEYENDA

● Lugares Poblados o Barriadas

— Ríos Principales

— Ríos Secundarios y Quebradas

Red Vial

— Principal

— Secundaria

— Límite de distritos

— Límite de corregimientos

Área del proyecto

● Tramos de la carretera cada 500 metros

● Tramos de la carretera cada 100 metros

Norte de Cuadrícula U.T.M.  
Datum WGS84  
Zona 17

Escala:  
1:30,000

00.30.61.21.8

Kms.

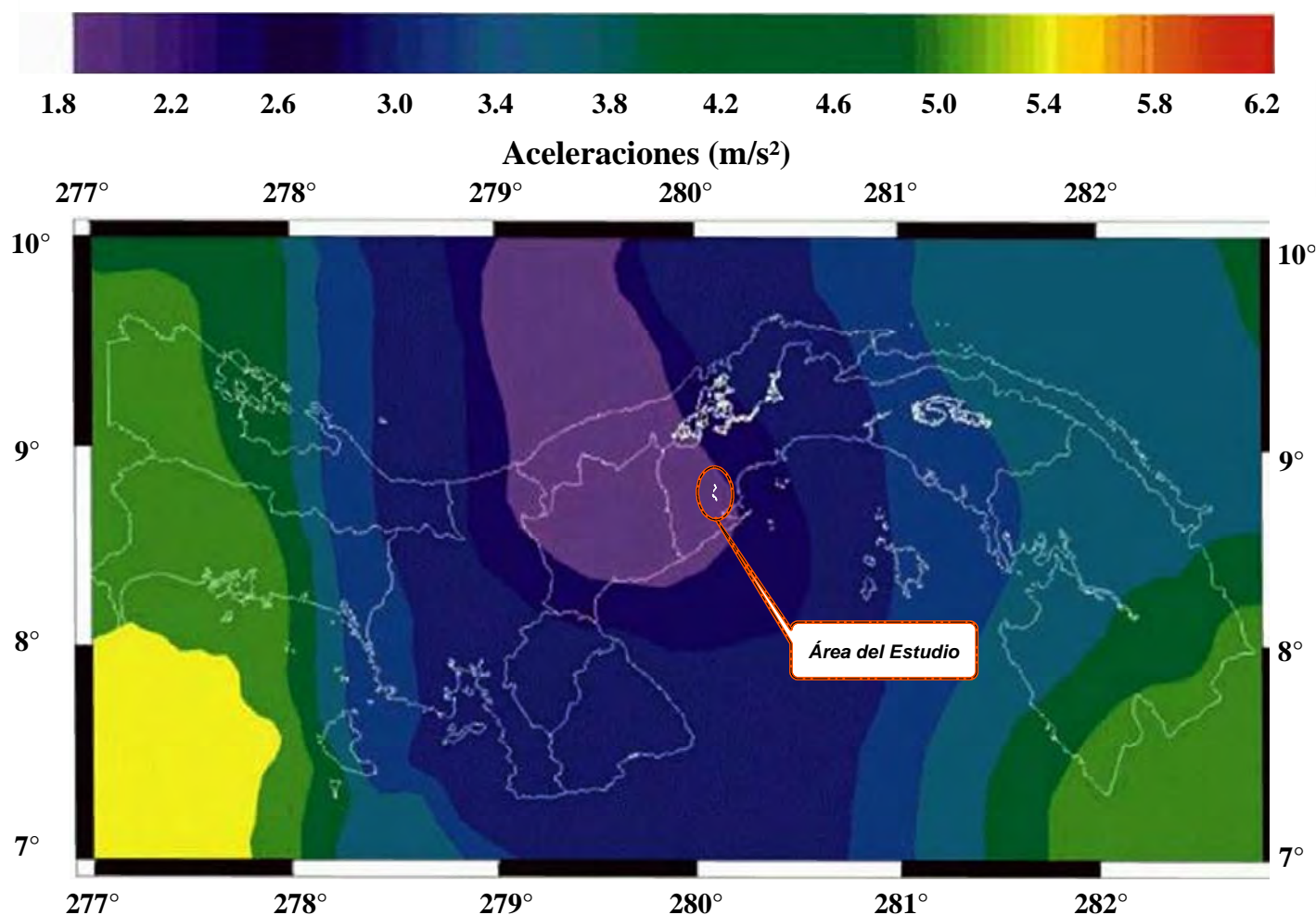
Localización Regional

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:

Consultor:

## Mapa de Amenaza con 10% de probabilidad de excedencia en 25 años



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II**  
**"VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-**  
**CORREDOR DE LAS PLAYAS**  
**TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ"**

Promotor:



Consultor:



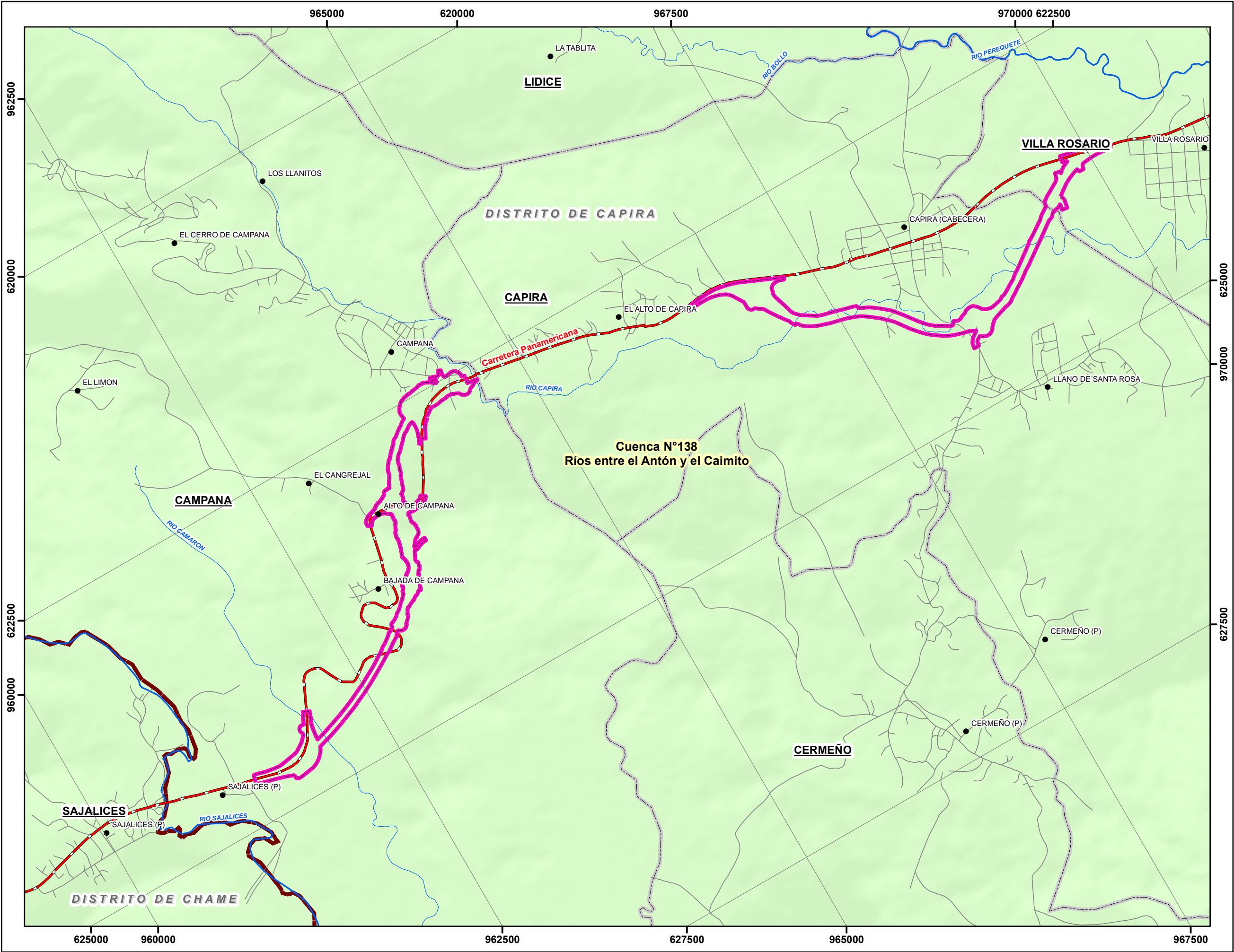
FUENTE:

**INSTITUTO DE GEOCIENCIAS**  
**Red Sismológica Nacional**



**FIGURA NO. 6-11**  
**AMENAZA SÍSMICA A NIVEL NACIONAL**





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II**  
**"VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-**  
**CORREDOR DE LAS PLAYAS**  
**TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ"**

**FIGURA N° 6-12**  
**SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES**  
**A NIVEL DE CUENCAS**

**LEYENDA**

- Lugares Poblados o Barriadas
- Ríos Principales
- Ríos Secundarios y Quebradas

**Red Vial**

- Principal
- Secundaria

— Límite de corregimientos

— Límite de distritos

— Área del proyecto

**Susceptibilidad a inundaciones por cuencas**

- Muy baja
- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy alta

**Norte de Cuadrícula U.T.M.**  
**Datum WGS84**  
**Zona 17**

**Escala:**  
**1:30,000**

0 0.3 0.6 1.2 1.8 Kms.

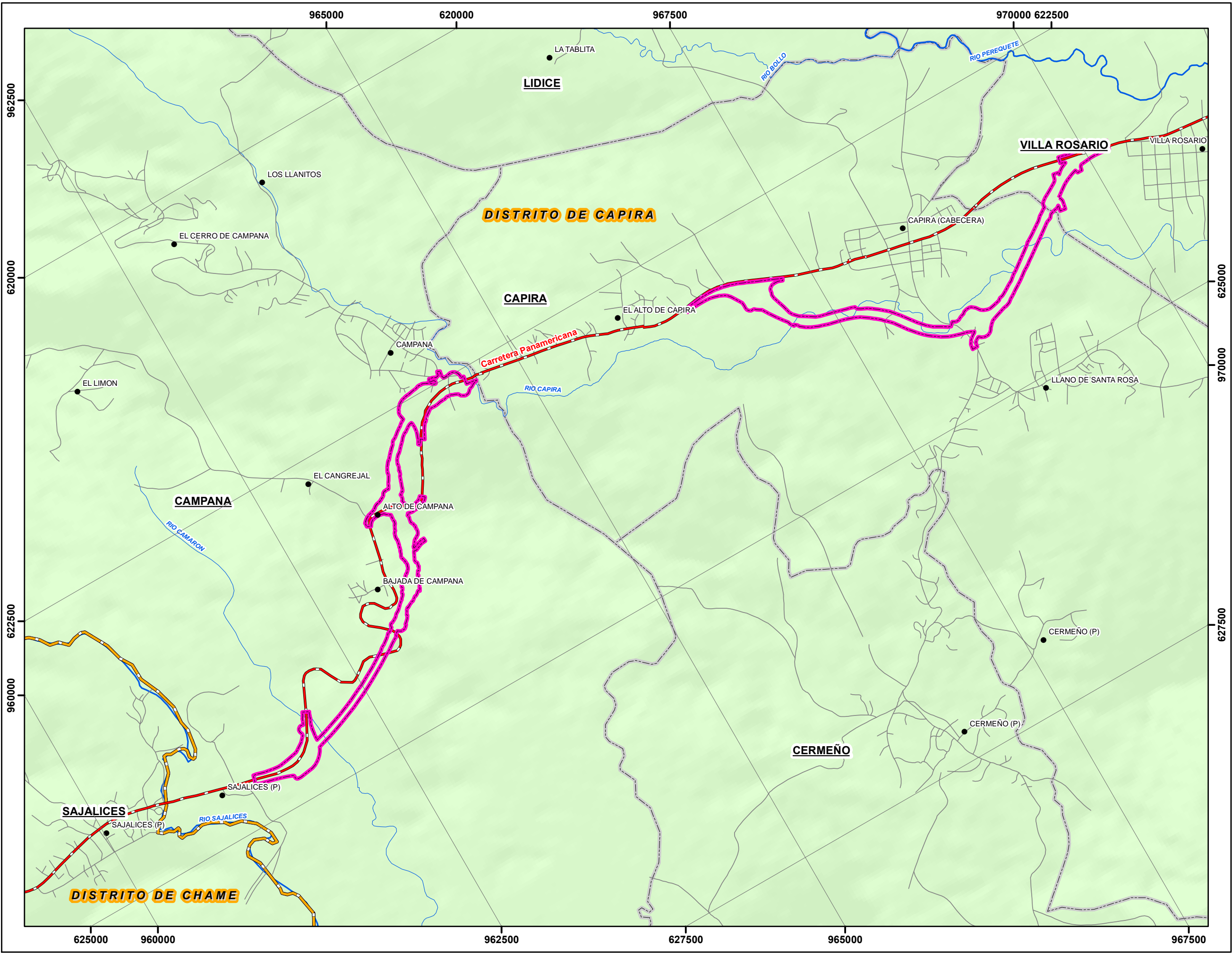
**Localización Regional**

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

**Promotor:**

**Consultor:**





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II**  
**“VARIANTES DE LA AMPLIACIÓN A SEIS (6) CARRILES-**  
**CORREDOR DE LAS PLAYAS**  
**TRAMO 1: LA CHORRERA – SANTA CRUZ”**

**FIGURA N° 6-13**

**SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS**  
**A NIVEL DE DISTRITOS**

**LEYENDA**

- Lugares Poblados o Barriadas
- Ríos Principales
- Ríos Secundarios y Quebradas

**Red Vial**

- Principal
- Secundaria

- Límite de corregimientos
- Límite de distritos
- Área del proyecto

**Susceptibilidad a deslizamientos por distritos**

- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy alta

**Norte de Cuadrícula U.T.M.**  
**Datum WGS84**  
**Zona 17**

**Escala:**  
**1:30,000**

**Localización Regional**

Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

**Promotor:**

**Consultor:**