

6.0 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

La sección que se presenta a continuación contiene los aspectos relacionados con la línea base del ambiente físico para el área de influencia del proyecto, particularmente el área de influencia directa que es dentro de la cual se ejecutarán las actividades de construcción de los diversos componentes que conformarán el área de patios y talleres de la Línea 3 del metro.

Para esta descripción, se requirió tanto de información cualitativa como de datos cuantitativos, los cuales fueron obtenidos mediante la revisión de fuentes secundarias y primarias que incluyeron: giras de campo, toma de muestras, entrevistas, entre otros recursos metodológicos. El nivel de detalle presentado en este Capítulo para cada uno de los elementos descritos, es acorde a la importancia que los mismos revisten en las discusiones de los impactos significativos y a la necesidad de desarrollar las medidas preventivas o mitigantes.

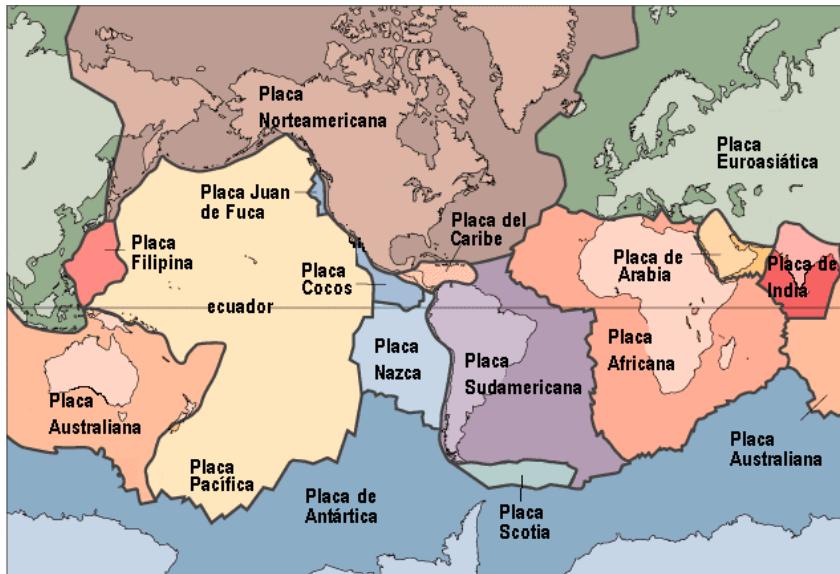
Como parte de los documentos de referencia para este capítulo se utilizaron algunos estudios realizados por la firma consultora y otra documentación complementaria, tales como: el Estudio de Impacto Ambiental – Categoría III Proyecto Línea 3 del Metro de Panamá, Mapa Hidrogeológico de Panamá (1999), Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010) y el Plan de Desarrollo Urbano de las Áreas Metropolitanas del Pacífico y del Atlántico, entre otros.

6.1 Formaciones geológicas regionales

El Istmo de Panamá está situado sobre una miniplaca tectónica a la cual se ha denominado el Bloque de Panamá. Esta miniplaca está rodeada por cuatro grandes placas tectónicas (Figura 6-1): la Placa Caribe al norte; la Placa de Nazca al sur; la Placa del Coco al sudoeste y la Placa Suramericana al este. El límite norte está conformado por una zona de cabalgamiento conocida como el Cinturón Deformado del Norte de Panamá (Bowin, 1976; Case et al., 1980; Bowland, 1984; Stephan et al., 1988; Silver et al., 1990). Aquí la Placa Caribe y el Bloque de Panamá convergen en dirección Norte - Sur de 12 a 15 mm por año (Vega et al., 1993). El límite occidental lo conforma una zona de falla sinistral, que atraviesa el Valle Central de Costa Rica conectándose en el Caribe con el Cinturón Deformado del Norte de Panamá, y en el Pacífico con

la zona de Fractura de Costa Rica (Barrit, S., y J., P., Berrang), 1987; Astorga et al., 1991; Weinberg, 1992; Frisch, 1992; Guendel y Pacheco, 1992). El límite sur lo forman dos zonas de convergencia: el Cinturón Deformado del Sur de Panamá y la Fosa de Colombia conectados entre sí por una falla de transformación sinistral localizada al sur del Golfo de Panamá (Hardy et al., 1990; Kolarsky, 1992). El movimiento relativo predominante entre la Placa de Nazca, al sur de Panamá, y el Bloque de Panamá es del tipo transcurrente en dirección Este – Oeste (Vega et al., 1991). El límite oriental del Bloque de Panamá no está muy bien definido ya que la zona del Darién y el Atrato denominada el Cinturón Deformado del Este de Panamá (Case, 1980; Kolarsky, 1992), es una zona de deformación difusa.

Figura 6-1
Placas tectónicas



Fuente: www.estrucplan.com.ar

El área donde se construirán los patios y talleres de la Línea 3 del Metro, a nivel regional, forma parte de tres formaciones geológicas del tipo sedimentario y volcánico (Figura 6-2 al final del capítulo). Dichas formaciones corresponden a:

- Formación Tocué (TM-CATu): Formación volcánica perteneciente al Grupo Cañazas del Período Terciario, corresponde a la Formación de mayor representatividad en el área del proyecto, ocupando 83.807 ha (90.812% del área de influencia indirecta).

- Formación Río Hato (QR-Aha): Formación sedimentaria perteneciente al Grupo Aguadulce del período Cuaternario, se localiza en el sector Sureste del área de influencia indirecta, ocupando 6.968 ha (7.550%).
- Formación Panamá-Fase Marina (TO-PA): Formación volcánica perteneciente al Grupo Panamá del Período Terciario, es la de menor representación en el área del proyecto con 1.511 ha (1.638%).

Formación Tocué

La formación Tocué tiene un origen volcánico, abarca la mayor superficie del proyecto, está constituida por materiales volcánicos como andesitas, basaltos, lavas, brechas y tobas, tiene características favorables para recibir, almacenar y transmitir agua, es decir con los elementos necesarios para definirla como con capacidad acuífera.

Formación Río Hato

La formación Río Hato está subyacente en todas las áreas de < 6 m de elevación, incluso las tierras bajas de Chagres-Mojinga-Gatún y de la bahía de Limón (McCullough y otros, 1956). Los sedimentos, con frecuencia llamados humus, contienen gran cantidad de materia orgánica y por lo general están saturados de agua. En algunos casos, la formación puede tener 60 m de profundidad (Jones 1950). Mucho del depósito se formó bajo pantanos costeros salinos, donde se les incorporó sedimentos del río Chagres. Las tierras bajas de la bahía de Limón contienen abundantes fragmentos de coral. La formación está compuesta por areniscas, lutitas carbonosas, conglomerados, depósitos orgánicos con pirita, tobáceas y arcillitas.

Formación Panamá

La Formación Panamá es de origen extrusivo y muestra dos facies: terrestre y marina. La facie terrestre consiste primordialmente de conglomerados y tobas que se extienden desde el lago Miraflores hacia la ciudad de Panamá, hacia el Noreste, a través de la división continental y hacia el Este en el área de la Costa Pacífica. La facie marina presenta areniscas tobáceas, limonitas tobáceas, lentes de depósitos de corrientes y lentes de calizas marinas.

Los aglomerados de esta Formación consisten en bloques subangulares a subredondeados de andesita altamente diseminados en una matriz tobácea. Los depósitos de corriente están conformados por areniscas tobáceas que exhiben estratificación cruda. Esta formación data del Oligoceno Superior y engloba más de un 70% de la Ciudad de Panamá.

6.1.2 Unidades geológicas locales

La geología del área de influencia directa del proyecto, toma como base la información presentada en el Mapa Geológico 1:100,000 del Atlas Nacional de la República de Panamá (ANAM, 2010), donde se extrae que las formaciones allí existentes datan del Periodo Terciario y se encuentran representadas, como se mencionó anteriormente, por dos formaciones geológicas: la Formación Panamá y la Formación Tocué. Esta última prevalece en el área de influencia de la obra (Tabla 6-1 y en la Figura 6-2, al final del capítulo).

Tabla 6-1
Formaciones Geológicas Presentes en el Área de Influencia del Proyecto

Formación	Unidad Geológica	Período	Formas	Estratotipos	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
					Área (ha)	Porcentaje (%)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Río Hato	QR-Aha	Cuaternario	Sedimentaria	Areniscas, lutitas carbonosas, conglomerados, depósitos orgánicos con pirita, tobáceas y arcillitas	0	0	6,968	7,550
Panamá	TO-PA	Terciario	Volcánica	Areniscas tobáceas, lutita, tobácea, caliza algácea y foraminifera	0	0	1,511	1,638
Tocué	TM-CATu	Terciario	Volcánica	Andesitas, basaltos, lavas, brechas y tobas	17,148	100,000	83,807	90,812
Total					17,148	100,000	92,286	100,000

Elaborado por URS Holdings, Inc.

6.1.3 Caracterización geotécnica

Esta sección no aplica por ser un estudio de impacto ambiental categoría II.

6.2 Geomorfología

Esta sección no aplica por ser un estudio de impacto ambiental categoría II.

6.3 Caracterización del suelo

Los suelos de la región donde se ubicarán los patios y talleres de la Línea 3 del Metro de Panamá se han desarrollado a partir de un material parental de rocas ígneas y sedimentarias con un régimen de precipitación údico. Los suelos en el área de influencia directa se encuentran afectados por las acciones antrópicas asociadas a la construcción y mantenimiento de la carretera Panamericana y las instalaciones comerciales e industriales adyacentes a la vía, generando suelos compactados.

La revisión de información bibliográfica y las muestras obtenidas en el área del alineamiento, como se describe en el Capítulo 3 del presente estudio, permitieron establecer la presencia de las siguientes condiciones de suelos.

A.1. Tipo de suelos

En la mayoría del área de influencia indirecta del proyecto dominan los suelos Ultisoles. Estos suelos fueron formados a partir de un material parental de rocas sedimentarias con un régimen de precipitación údico. Los suelos presentan un horizonte superficial Ócrico y un horizonte subsuperficial Argílico más arcilloso y profundo. En varios sitios el horizonte superficial ha sido erosionado por lo que no está presente y en la superficie se encuentra expuesto el horizonte Argílico, para la zona de los patios y talleres predomina superficialmente suelos franco arcillosos, lo cual favorece la acumulación de agua observada en el área. El subsuelo característico presenta un Horizonte Argílico o de acumulación de arcilla con profundidades de

entre 50 y 100 centímetros. Según se puede observar de los análisis de laboratorio, estos suelos son ácidos con un bajo porcentaje de materia orgánica.

A.2. Calidad del suelo

La calidad del suelo viene determinada por sus características físicas y químicas que, para el caso del presente proyecto, fueron determinadas mediante la toma de muestras en el área del proyecto, mediante una excavación manual siguiendo el procedimiento establecido en el Decreto Ejecutivo No 2 por el cual se establece la Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos (14 de enero de 2009).

Los puntos seleccionados para la toma de muestras se presentan en la Figura 6-3 (al final del capítulo); mientras que en el anexo fotográfico se observan algunas imágenes de los trabajos realizados en campo, ambas referencias se localizan al final del capítulo. Las coordenadas UTM (WGS 84) de los puntos de monitoreo se señalan en la Tabla 6-2 a continuación y su ubicación se muestra en la Figura 6-3 (al final del capítulo):

Tabla 6-2
Coordenadas de Puntos de Muestreo de Suelo

Punto	Coordenadas UTM (WGS 84)	
	Este	Norte
PT-S1	638769	986360
PT-S2	638866	986305

Elaborado por URS Holdings, Inc.

Según la Norma de Calidad Ambiental de Suelos de la ANAM (hoy día 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 se obtuvieron dos muestras compuestas en el área del proyecto, las cuales fueron enviadas al laboratorio CIQSA para su análisis. Los resultados presentados en el informe del laboratorio (Tabla 6-3 y anexo 6-1), indican la presencia de suelos con pH levemente

ácido quizás relacionado con la descomposición de la materia orgánica aportada por el uso agropecuario, aunque se encontraron niveles bajos de dicho parámetro así como de actividad deshidrogenasa. Finalmente, bajo estas condiciones se encontró que el Índice de Actividad Microbiológica se mantiene, para ambos puntos, dentro de los límites establecidos por la normativa nacional para suelos no contaminados.

Tabla 6-3
Resultados de los Análisis en Muestras de Suelo

Análisis	Puntos de Muestreo / Resultados*		Decreto 2 (14-01-09) Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos
	PT-S1	PT-S2	
pH	5.4	5.5	---
Materia orgánica (%)	9.1	10.8	---
Actividad de deshidrogenasa ($\mu\text{g TFF/g}$ 24h)	62.2	51.5	---
Índice de actividad microbiológica	6.8	4.7	0.5 – 22.0

Fuente: Informe de Laboratorio CIQSA y Decreto 2 del 14 de enero de 2009.

Por otra parte, en las cercanías del proyecto, en el área de la carretera Panamericana, como parte del estudio de impacto ambiental de la Línea 3 del Metro, se realizaron una serie de análisis químicos en suelos. En el sector más cercano al área de patios y talleres, se encontraron niveles elevados de níquel y zinc, así como cierta presencia de compuestos orgánicos en el rango molecular del diésel y concentraciones de nutrientes mayores a lo registrado en áreas naturales con menor grado de intervención (Estudio de Impacto Ambiental Categoría III Línea 3 del Metro de Panamá. URS, 2010).

6.3.1 Descripción del uso del suelo

Las actividades a ser desarrolladas se ejecutarán en áreas de uso privado de la Hacienda Hato Montaña, con cuyo propietario el Metro de Panamá desarrolla un acuerdo para la adquisición de los terrenos. En dicha área no se observa la presencia de estructuras en uso, estando ocupada el área de influencia directa del proyecto, por bosque secundario en varios estadios sucesionales y gramíneas con árboles dispersos, como se describe a detalle en el capítulo 7 del presente estudio. La Figura 7-2, al final del capítulo 7, presenta la distribución de los usos de suelo actuales. A

continuación se presenta la cuantificación de los diversos usos existentes en el área de influencia del proyecto.

Tabla 7-1 (Tomada del Capítulo 7)
Cobertura vegetal y uso del suelo dentro del
área de influencia del Proyecto

Categoría	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Sup (Ha)	%	Sup (Ha)	%
Bosque secundario intermedio	3.953	23.053	20.391	22.095
Bosque secundario joven	2.005	11.693	9.227	9.999
Gramíneas	9.621	56.105	28.372	30.743
Plantación forestal	1.569	9.621	---	---
Área verde urbana			23.063	24.991
Estructura e infraestructura	---	---	11.233	12.172
Total	17.148	100.000	92.286	100.000

Fuente: URS Holdings, Inc. con datos de campo, Noviembre 2017.

Adicionalmente, con respecto al uso propuesto, el Plan de Desarrollo Urbano de las Áreas Metropolitanas del Pacífico y del Atlántico, establece una serie de categorías en el entorno del área de influencia directa, como residencial de baja densidad, mixto urbano y área verde urbana y de recreación, sin embargo no se establece categoría de uso para el sector a ser intervenido.

6.3.2 Deslinde de la propiedad

El área de influencia directa del proyecto está circundada de espacios con usos diversos. En primer término, el terreno a ser desarrollado por el presente proyecto, forma parte de la Hacienda Hato Montaña, en la cual se desarrollan actividades agropecuarias y cuyos terrenos se distribuyen al Sur y al Oeste del área donde se construirán los Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro. Al Este de dicha área se encuentra la Barriada Brisas de Arraiján, la cual se encuentra separada del proyecto por un corredor de vegetación boscosa (descripción más detallada en el Capítulo 7). Finalmente, al Norte se localiza la carretera Panamericana, conformada por dos carriles en cada sentido y la entrada a la Barriada Las Villas donde se observa una casa modelo de un desarrollo residencial y una estación de la policía nacional; mientras que, al Noroeste se encuentra la continuación de la carretera Panamericana y el cementerio Colinas de la Paz.

6.3.3 Capacidad de uso y aptitud

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, como lo son: la profundidad, topografía, fertilidad, pedregosidad, salinidad; así como, riesgos a las inundaciones y erosión, entre otras. En las siguientes líneas, 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 agroforestería 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 pueden tener 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 que pueden tener 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. En algunos casos se ubican en áreas escarpadas y de difícil acceso.

El área de influencia directa del proyecto, la superficie a ser afectada ocupa un total de 17.48 ha, donde se presentan suelos considerados dentro de las Clases III y VI, los que ocupan una superficie de 8.848 ha (51.6%) y 8.300 ha (48.4%), respectivamente. Esta proporción de

superficie ocupada en el área de influencia directa, así como la superficie ocupada por las mismas clases de suelo, en el área de influencia indirecta, se muestra a continuación en la Tabla 6-4 y en la Figura 6-4 (incluida al final del capítulo).

Tabla 6-4
Capacidad Agrológica de los Suelos en el Área de Influencia

Categorías de Capacidad Agrológica	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)*	Porcentaje (%)*	Superficie (ha)*	Porcentaje (%)*
III	8,300	48,402	43,799	47,460
VI	8,848	51,598	48,487	52,540
Total	17,148	100,000	92,286	100,000

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

Cabe señalar que el proyecto se localiza en áreas que colindan con zonas de uso agropecuario; sin embargo, dentro del área del proyecto la principal limitación es la acumulación de agua en algunos sectores anegadizos.

6.4 Topografía

Para describir la topografía de los suelos en el área de influencia de la Línea 3 del Metro de Panamá, se utilizó el Mapa Topográfico Escala 1:50,000 de la cartografía base del Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia” y el análisis del Sistema de Información Geográfico SIG (Mapa Topográfico 1:50,000). Mediante estas fuentes de información y recorridos del área, se encontró que la zona se localiza en una posición elevada respecto al entorno alcanzando en su punto más alto la cota de los 60 msnm, con una topografía plana donde las alturas promedio oscilan entre 40 y 60 msnm. Hacia las afuera del área de influencia directa, se observa la presencia de taludes con pendientes moderadas en dirección Norte, hacia la carretera Panamericana y al Este hacia la Barriada Brisas de Arraiján, donde las cotas se reducen hasta los 20 msnm (Figura 6-5 presentada al final del capítulo).

6.4.1 Mapa topográfico, según área a desarrollar a escala 1:50,000

En la Figura 6-5 (al final del capítulo), se representa la topografía del área del proyecto en escala 1:50,000.

6.5 Clima

En términos generales, el comportamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) determina las variaciones climáticas generales en Panamá, las cuales luego sufren ciertas variaciones a nivel local, dependiendo de las características de cada región. La ZCIT se desplaza estacionalmente en sentido Norte- Sur generando alteraciones periódicas en la tasa de precipitación, generando dos épocas bien diferenciadas. Entre los meses de mayo y noviembre se presentan las mayores precipitaciones (época de lluvia), las cuales se reducen a niveles bajos entre diciembre y abril (época de estiaje).

La descripción climática de este estudio incluye las variables de precipitación, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y evaporación. La ubicación de las estaciones más cercanas a la obra y con información disponible, se muestra en la Figura 6-6 al final del capítulo. Vale la pena indicar que las estaciones más cercanas al área del proyecto únicamente registran precipitación (estación Tipo C), razón por la cual los datos sobre el clima son complementados con información proveniente de la estación Balboa AFAA (estación Tipo A) y La Polvareda (Tipo C), las cuales a pesar de localizarse a mayor distancia son representativas del área. La Tabla 6-5 a continuación describe los datos de las estaciones hidro-meteorológicas de referencia para este estudio.

Tabla 6-5
Datos de las Estaciones Hidro-meteorológicas

Nº	Nombre	Provincia	Elevación (m)	Coordenadas UTM		Tipo de Estación	Parámetros
				Este	Norte		
115-117	Santa Clara	Panamá	100	637177	998741	Tipo C Automática	Precipitación
115-084	Zanguengua	Panamá	100	622756	991353	Tipo C Convencional	Precipitación
142-017	Balboa AFAA	Panamá	10	659466	991727	Principal (Tipo A) Automática	Precipitación, Temperatura,

Nº	Nombre	Provincia	Elevación (m)	Coordenadas UTM		Tipo de Estación	Parámetros
				Este	Norte		
140-002	La Polvareda	Panamá Oeste	90			Tipo C Convencional	Precipitación

Fuente: ETESA. 2014.

6.5.1 Tipo de clima

La zona donde se desarrollará la construcción de los patios y talleres, según la clasificación de McKay¹, se caracteriza por presentar un Clima Tropical con Estación Seca Prolongada, como se observa en la Figura 6-7 (al final del capítulo).

Esta categoría climática predomina en el sector Centro-Sur y Sureste del país y 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.

- **Precipitación**

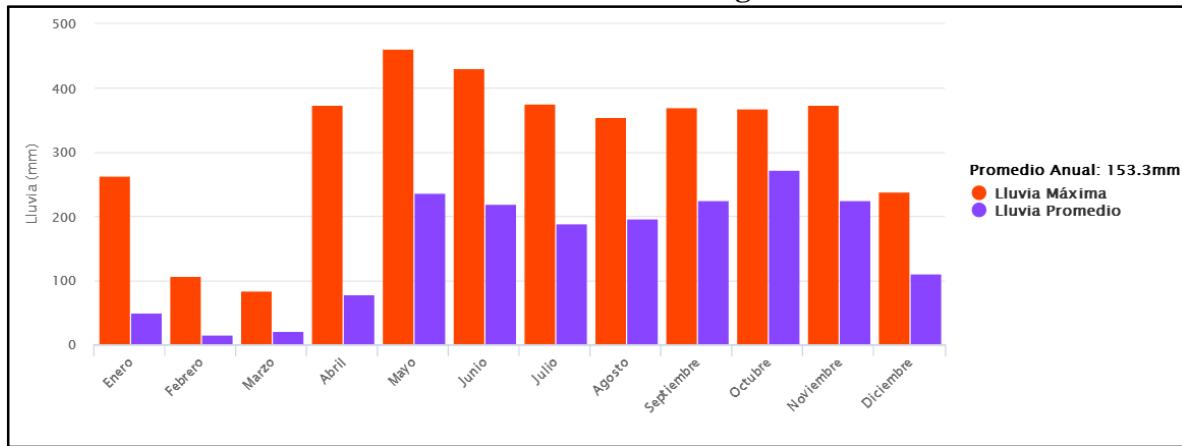
Los datos históricos de la estación Balboa Heights (142-004), que se muestran en la Gráfica 6-1, muestran la diferencia entre la época seca y época de lluvia, donde las mayores precipitaciones se presentan entre abril y noviembre; los valores máximos superan, la mayor parte del tiempo, los 350 mm, mientras que la precipitación promedio es superior a los 200 mm. Las menores precipitaciones se presentan entre enero y marzo, donde los valores promedio no alcanzan los 50 mm, mientras que la precipitación máxima mensual no alcanza los 270 mm.

Por otro lado, los datos históricos de la estación La Polvareda (140-002), que se muestran en la Gráfica 6-2, muestra una marcada diferencia entre la época seca y época de lluvia, presentándose

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

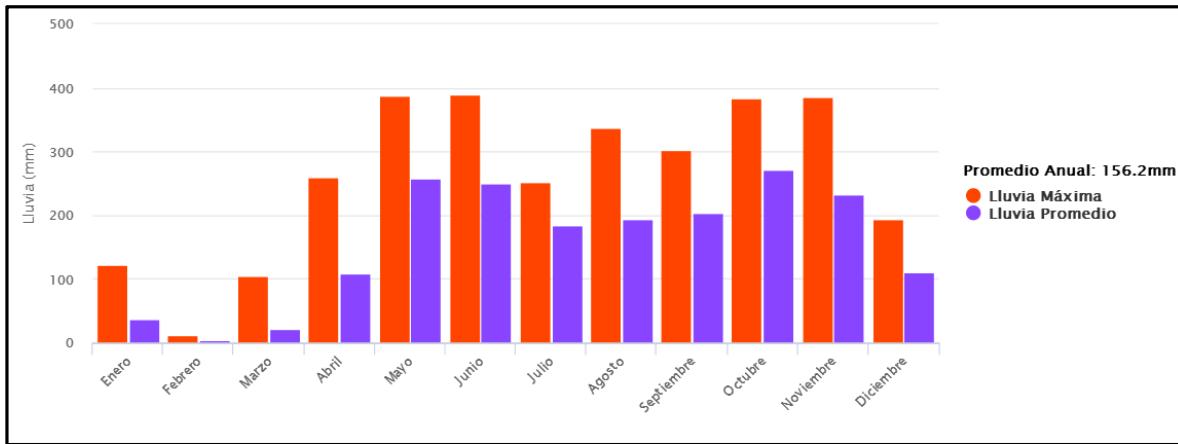
las mayores precipitaciones entre abril y noviembre, donde los valores máximos la mayor parte del tiempo superan los 300 mm, mientras que la precipitación promedio es superior a los 180 mm. En tanto las menores precipitaciones se presentan entre los meses de enero y marzo, en los cuales los valores promedio no alcanzan los 50 mm, mientras que la precipitación máxima mensual no sobrepasa los 150 mm.

Gráfica 6-1
Datos históricos de precipitación.
Estación Balboa Heights.



Fuente: http://www.hidromet.com.pa/clima_históricos.php?sensor=2. (2016).

Gráfica 6-2
Datos históricos de precipitación.
Estación La Polvareda.



Fuente: http://www.hidromet.com.pa/clima_históricos.php?sensor=2. (2016).

- **Temperatura**

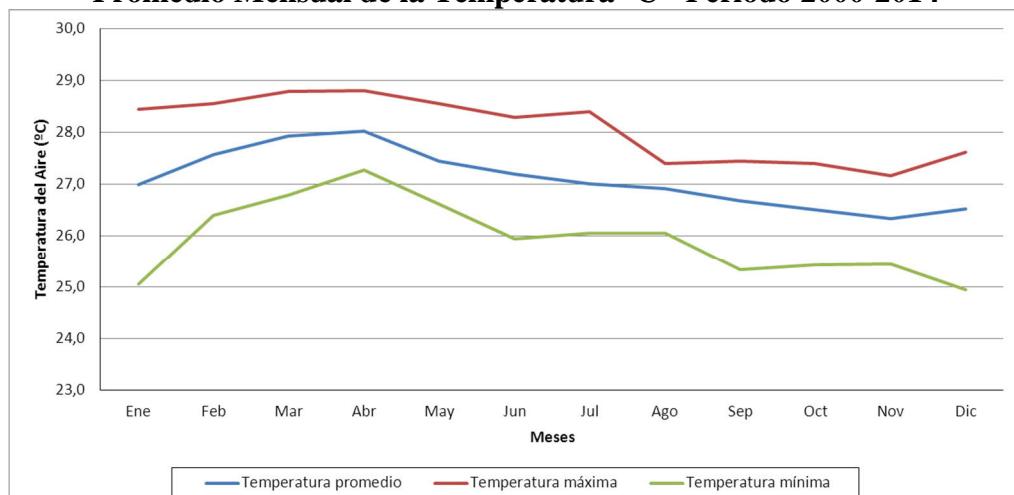
De acuerdo a la estación meteorológica de Balboa AFAA / ACP, el promedio anual de temperatura para la zona, en base a los registros del 2000 al 2014, se estima en 27.1°C. La temperatura se ha mantenido bastante uniforme, el promedio anual de temperatura más elevado se registró en el último año con 27.7°C, y el más bajo en el año 2000 presentándose una temperatura de 26.1°C (Tabla 6-6, Gráfica 6-3). Se ha determinado que el mes más cálido fue abril, el cual muestra un promedio de 28.0°C con una máxima de 28.8°C y una mínima de 27.3°C. Por su parte, el mes de noviembre se presenta como el más fresco con una media mensual de 26.3°C, una máxima de 27.2°C, y una mínima de 25.4°C.

Tabla 6-6
Promedio Mensual y Anual de la Temperatura (°C)
Periodo de años 2000-2014. Estación Balboa AFAA / ACP

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2000	25.4	26.4	26.8	27.4	26.6	26.3	26.2	26.1	25.3	25.6	25.6	25.6	26.1
2001	26.1	26.7	26.9	27.8	26.8	26.6	26.1	26.9	25.6	25.9	25.4	25.7	26.4
2002	27.1	27.4	28.0	27.7	27.9	27.1	27.1	26.9	26.6	26.4	26.5	26.5	27.1
2003	27.1	27.9	27.8	28.2	27.1	25.9	26.7	26.5	26.2	26.1	25.7	25.9	26.8
2004	26.2	27.2	28.3	27.9	27.2	27.1	26.7	26.8	27.1	26.8	26.7	26.7	27.0
2005	28.4	27.8	28.2	28.3	27.3	28.0	27.3	27.3	27.0	26.8	26.5	26.8	27.5
2006	27.4	28.1	28.4	27.6	27.2	27.3	27.2	27.3	27.2	27.1	26.5	27.4	27.4
2007	28.2	28.3	28.8	27.8	26.9	27.4	27.2	26.7	26.8	26.6	26.7	26.1	27.3
2008	26.7	26.8	27.3	27.8	27.2	26.9	26.5	26.7	27.1	26.8	25.8	26.8	26.9
2009	27.0	27.4	27.6	28.4	27.5	27.1	27.2	27.0	27.4	26.9	26.6	27.6	27.3
2010	27.9	28.6	28.7	28.6	28.6	27.2	26.6	26.8	26.6	26.2	25.6	24.9	27.2
2011	25.1	27.2	27.2	27.3	27.8	27.2	27.4	27.1	25.9	25.4	26.1	26.4	26.7
2012	26.8	27.7	28.4	27.8	27.9	28.3	sd	27.2	27.1	26.8	27.2	27.1	27.5
2013	27.9	28.0	28.5	28.8	27.8	27.5	27.5	27.1	27.2	26.9	26.9	27.1	27.6
2014	27.5	28.0	28.2	28.8	27.7	27.9	28.4	27.4	27.1	27.4	27.0	27.2	27.7
Promedio	27.0	27.6	27.9	28.0	27.4	27.2	27.0	26.9	26.7	26.5	26.3	26.5	27.1
Máximo	28.4	28.6	28.8	28.8	28.6	28.3	28.4	27.4	27.4	27.4	27.2	27.6	27.7
Mínimo	25.1	26.4	26.8	27.3	26.6	25.9	26.1	26.1	25.3	25.4	25.4	24.9	26.1

Fuente: Datos proporcionados por Departamento de Ingeniería y Proyectos. Sección de Meteorología e Hidrología de ACP e información descargada de la web del Instituto Smithsonian, 2017. Nota: sd -Sin datos.

Gráfica 6-3
Promedio Mensual de la Temperatura °C - Periodo 2000-2014



Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., con datos proporcionados por el Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología de ACP y descargados de la web del Instituto Smithsonian, 2017.

- **Humedad relativa**

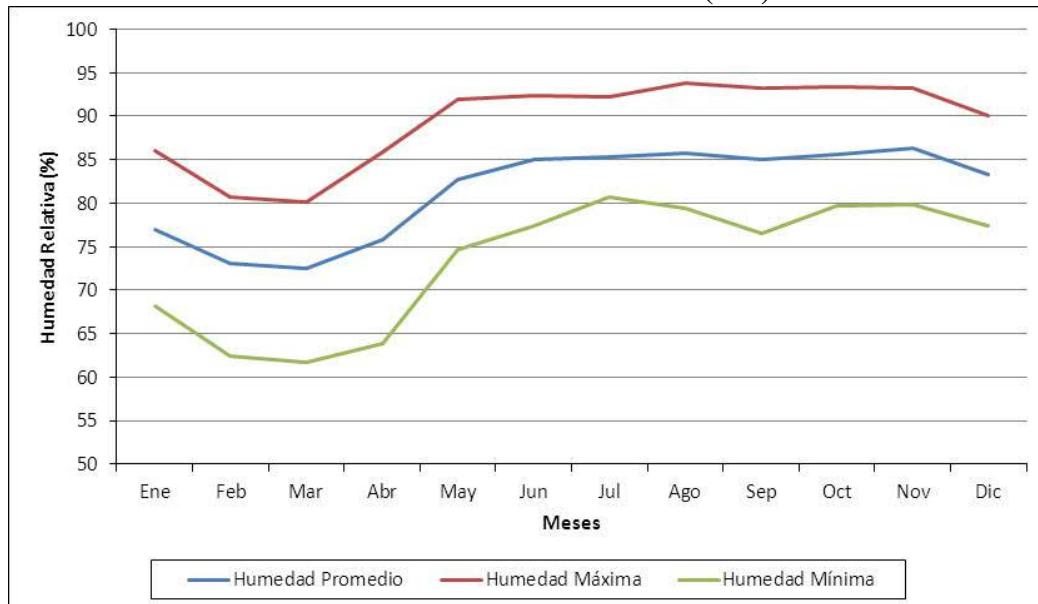
Los registros de la estación meteorológica de Balboa AFAA / ACP (2000 al 2014), indican que la humedad relativa media anual ha sido de 81.45%. Los años que en promedio registraron los valores más altos de humedad relativa, han sido 2004, 2005 y 2006 con 87.06%, 87.10% y 87.61% respectivamente; mientras que el menor registro se ha dado en el año 2012 con 76.24%. En general, a través del período de registro, la humedad relativa no ha presentado variaciones significativas. Durante los años de registros, la mayor humedad relativa se ha registrado durante la estación lluviosa, a partir del mes de mayo hasta el mes de diciembre, oscilando entre 82.7 a 86.3 %, mientras que los menores registros se dieron durante la estación seca de 72.5 a 77.0 % (Tabla 6-7, Gráfica 6-4). La diferencia entre los promedios mensuales con valores extremos de humedad fue de 13.8%.

Tabla 6-7
Promedio Mensual de la Humedad Relativa (%)
Periodo de años 2000-2014. Estación Balboa AFAA / ACP

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
2000	73.7	68.8	65.4	69.8	80.4	83.0	81.8	81.7	82.7	82.8	81.7	80.3	77.68
2001	74.7	70.9	71.6	70.5	77.9	80.3	80.7	80.6	82.4	82.5	82.2	82.2	78.04
2002	77.3	72.8	72.0	74.9	74.7	77.4	81.3	81.9	82.8	83.3	82.9	79.2	78.38
2003	74.2	72.0	73.2	73.8	82.5	84.4	83.2	83.6	83.6	85.1	85.4	81.7	80.23
2004	82.5	78.8	75.3	80.0	86.0	88.8	92.2	93.8	92.5	93.4	93.2	88.2	87.06
2005	80.7	76.1	80.1	83.3	89.1	88.2	89.0	91.6	93.2	92.9	92.5	88.5	87.10
2006	86.0	80.5	79.8	85.9	92.0	92.4	90.7	87.9	88.0	87.3	90.8	90.0	87.61
2007	77.5	75.2	74.1	84.5	90.6	86.4	86.5	87.7	87.6	86.9	88.5	87.4	84.41
2008	80.2	80.7	77.4	78.6	84.8	87.7	88.5	88.3	76.5	87.1	89.4	82.4	83.47
2009	79.5	76.3	74.3	74.0	83.6	84.6	84.8	85.4	84.3	84.9	86.4	80.6	81.56
2010	78.9	79.0	79.1	82.0	83.8	87.4	88.7	88.2	87.5	89.1	88.6	87.6	84.99
2011	sd	73.3	sd	sd	81.0	84.6	84.7	86.2	81.9	83.1	88.5	sd	82.91
2012	sd	62.8	64.2	72.3	76.9	80.9	81.6	79.4	80.8	80.5	79.8	79.4	76.24
2013	68.1	66.6	66.7	68.7	78.1	84.9	84.9	84.9	85.1	85.2	81.1	77.3	77.63
2014	68.2	62.4	61.7	63.9	78.7	83.7	80.7	84.2	86.4	79.7	83.9	82.2	76.32
Promedio	77.0	73.1	72.5	75.9	82.7	85.0	85.3	85.7	85.0	85.6	86.3	83.4	81.45
Máximo	86.0	80.7	80.1	85.9	92.0	92.4	92.2	93.8	93.2	93.4	93.2	90.0	87.61
Mínimo	68.1	62.4	61.7	63.9	74.7	77.4	80.7	79.4	76.5	79.7	79.8	77.3	76.24

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., con datos proporcionados por el Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología de ACP y descargados de la web del Instituto Smithsonian, 2017. Nota: sd – sin datos.

Gráfica 6-4
Promedio Mensual de Humedad Relativa (HR). 2000-2014



Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc., con datos proporcionados por el Departamento de Ingeniería y Proyectos, Sección de Meteorología e Hidrología de ACP y descargados de la web del Instituto Smithsonian, 2017.

- **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 6-8. 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.

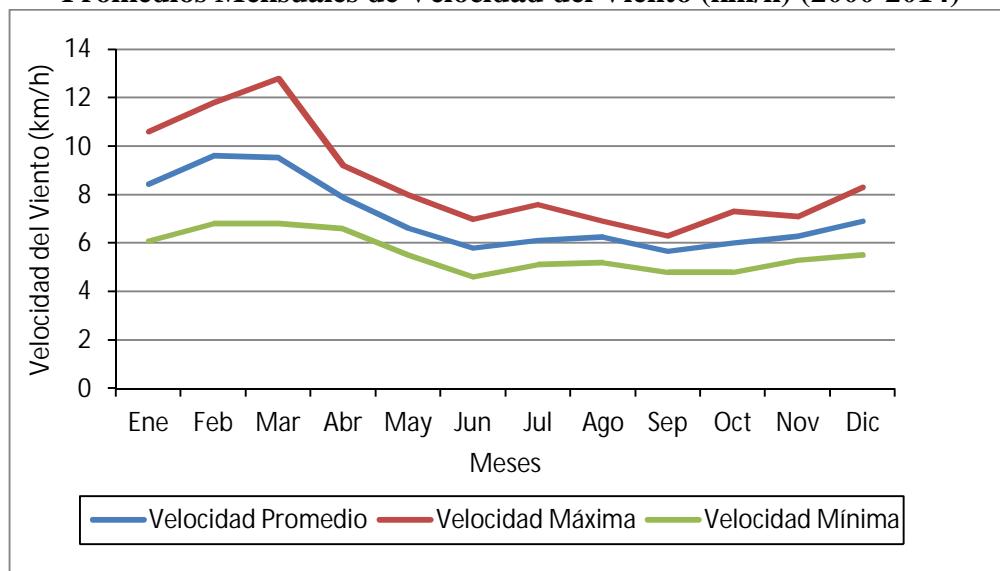
A partir del mes de diciembre se evidencia un aumento en la velocidad máxima del viento que se incrementa hasta abril, meses en el que se registran las velocidades máximas más altas de viento, lo cual coincide con la temporada seca, siendo característico de la misma. (Tabla 6-9 y Gráfica 6-5).

Tabla 6-8
Promedios Mensuales de la Velocidad del Viento (km/h)
Periodo de años 2000-2014. Estación Balboa AFAA / ACP

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom.
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
Promedio	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
Máximo	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
Mínimo	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 6-5
Promedios Mensuales de Velocidad del Viento (km/h) (2000-2014)



Fuente: URS Holdings, Inc., 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 6-9
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
Promedio	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 6-10, Gráfica 6-6), 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

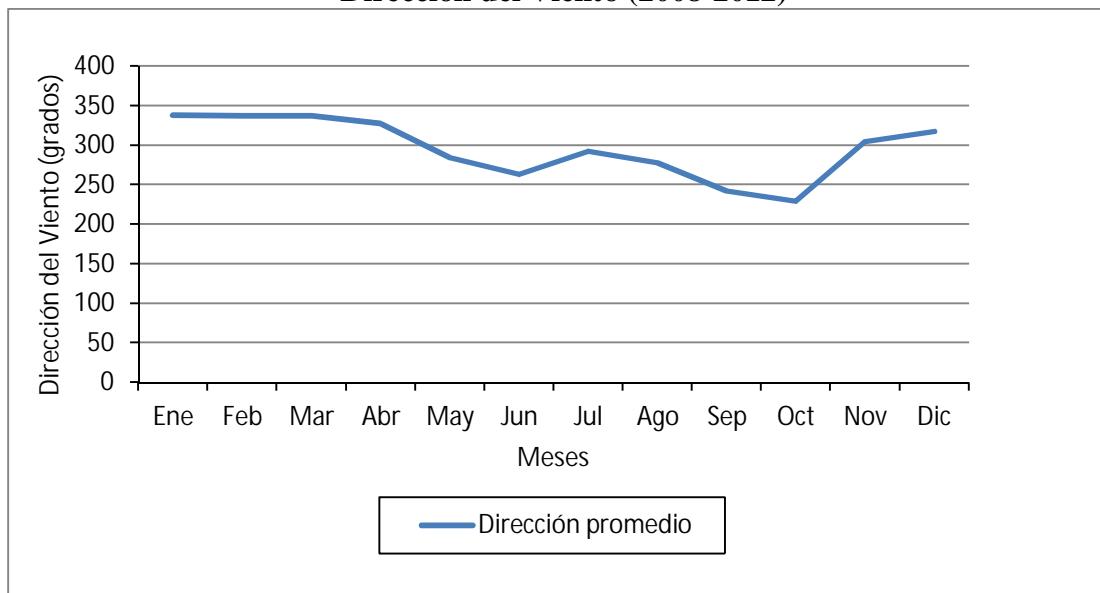
Oeste y Oeste-Noroeste, en tanto que entre septiembre y octubre predominan aquellos provenientes del Suroeste .

Tabla 6-10
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 6-6
Dirección del Viento (2008-2012)



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

- **Radiación solar**

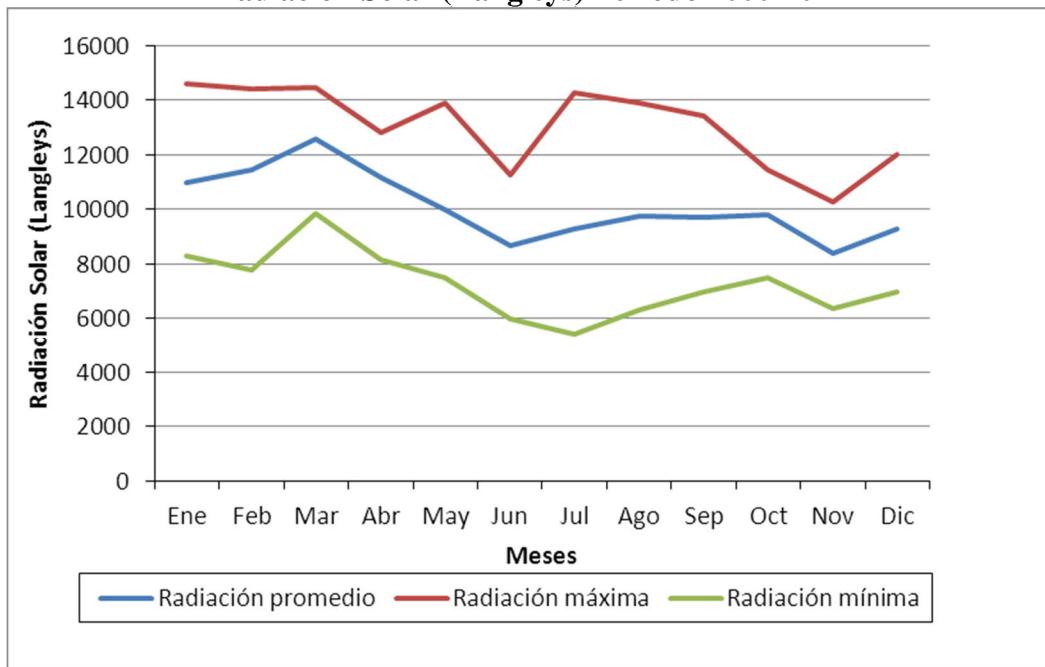
Los registros de la Estación Balboa AFAA / ACP (2000 al 2012), indican que la radiación solar acumulada mensual tiene un promedio de 9293 Langleys (Tabla 6-11, Gráfica 6-7). La distribución mensual de este parámetro muestra que la temporada seca oscila entre 10976 y 12569 Langleys, mientras que en la 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 6-11
Radiación Solar Acumulada Mensual (Langleys) (2000-2012)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	10144	11552	12004	11716	9819	8938	9319	9480	10350	9689	9445	8681
2001	12431	12712	13570	12135	10766	9944	10055	10188	8875	9568	8523	8495
2002	10688	12523	13703	11543	11654	7774	9482	9914	10001	8670	7726	9255
2003	9672	10095	11421	9961	8661	7579	14295	13904	13437	10639	9112	9482
2004	12099	13467	13484	11893	9764	9596	10095	9412	12073	11436	9939	9969
2005	11700	12362	13297	12832	11606	10736	10692	9945	9533	9175	7296	7825
2006	8319	9698	10311	9511	8015	7383	7813	8138	7611	9548	8206	9087
2007	11373	11688	12560	8148	8832	6808	6024	6317	7373	7506	6452	6972
2008	8852	7795	9844	8959	7508	6014	6413	7361	7853	7747	6385	7592
2009	8381	8077	10826	12501	7870	6665	5435	6469	6985	11215	8761	12007
2010	13469	12770	14446	12527	13922	11287	11075	13173	11775	10288	10280	sd
2011	sd	sd	13625	11971	sd	8773	9747	11210	9899	10701	sd	11411
2012	14588	14435	14304	11739	11514	11103	10073	11232	10276	11426	sd	10745
Promedio	10976	11431	12569	11187	9994	8662	9271	9749	9695	9816	8375	9293
Máximo	14588	14435	14446	12832	13922	11287	14295	13904	13437	11436	10280	12007
Mínimo	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 6-7
Radiación Solar (Langley) Periodo 2000-2012

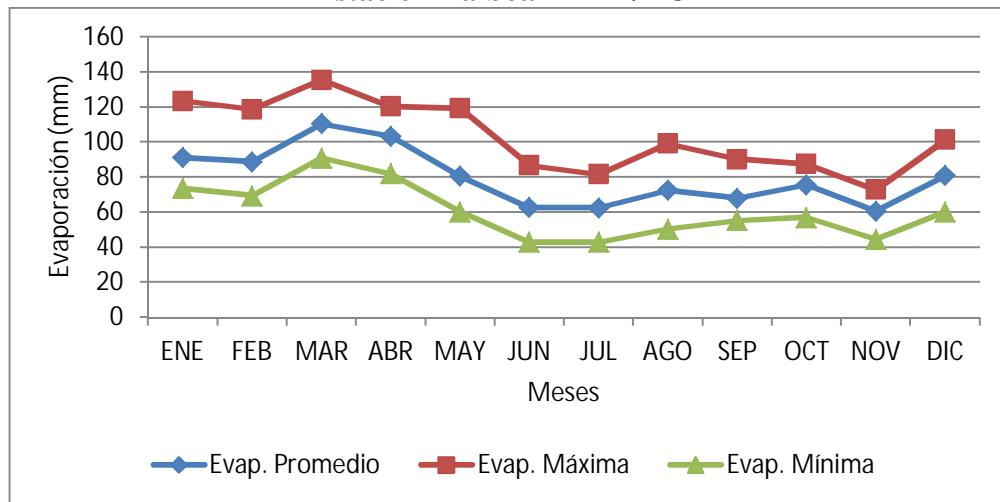


Fuente: Datos proporcionados por Departamento de Ingeniería y Proyectos,
 Sección de Meteorología e Hidrología ACP. 2012.

- **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 6-8).

Gráfica 6-8
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 área de influencia directa del proyecto se ubica en la Región Hídrica del Pacífico Occidental de Panamá, ocupando espacios de la cuenca 140 Río Caimito, que tiene un área de 453 km², con escorrentía media anual que oscila entre los 1,600 y 2,000 mm, según la División de Hidrometeorología de ETESA. El curso principal de esta cuenca tiene una longitud de 82 kilómetros. Sus tributarios principales son el Río Aguacate, con sus tributarios: río Burunga, río Cáceres y río Potrero, así como el río Copé con su tributario el río San Bernardino. Ninguno de estos cursos de agua se localiza en el área de influencia directa del proyecto.

En el área del proyecto no hay cursos de agua permanentes, solamente se observa la presencia de áreas anegadizas, que durante la época de lluvia drenan las aguas, en dirección Sur y Oeste.

6.6.1 Calidad de las aguas superficiales

En vista de la ausencia de cursos de agua permanentes en el área del proyecto, se realizó la caracterización de la calidad de las aguas presentes en dos sectores cercanos. El primero de ellos corresponde a un curso de agua hacia donde drenan las aguas que escurren del área de influencia directa de los patios y talleres. El segundo punto se localiza en un curso de agua permanente

ubicado contiguo a la barriada Brisas de Arraiján, que discurre al Norte y Este del área a ser intervenida. En la tabla 6-12 se indican las coordenadas UTM (WGS 84) de los puntos de muestreo. Al final del capítulo, en la Figura 6-3 se muestra la ubicación de dichos puntos.

Tabla 6-12
Coordenadas de Puntos de Muestreo de Agua Superficial

Punto	Referencia de Ubicación	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Este	Norte
PT-AS1	Curso de agua receptor de las aguas de escurrimiento del sector	638982	985847
PT-AS2	Corriente de agua en sector anegadizo	639091	986291

Fuente: URS Holdings, Inc.

Los parámetros analizados abarcaron temperatura, pH, sólidos disueltos y suspendidos, conductividad, turbiedad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, alcalinidad total, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos, fluoruros, detergentes, coliformes fecales y totales.

Los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros evaluados, se presentan en la Tabla 6-13. Los informes emitidos por el laboratorio CIQSA se incluyen en el Anexo 6-1. Adicionalmente, en la Tabla 6-13 se incluye una última columna con los límites establecidos en las normativas de referencia, a manera comparativa.

Tabla 6-13
Resultados de los Análisis en Muestras de Agua Superficial

Análisis	Puntos de Muestreo / Resultados*		Anteproyecto de Norma de Calidad de las Aguas Naturales (Aguas Tipo 2C*)
	PT-AS1	PT-AS2	
Temperatura (°C)	33	33	---
Conductividad (mS/cm)	0.077	0.860	---
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.9	3.57	> 5
Turbiedad (NTU)	23.4	8.7	< 100 (época seca)
pH	8.70	7.55	6.0 a 9.0
Sólidos disueltos (mg/l)	0.50	0.86	< 500
Sólidos suspendidos (mg/l)	20.0	10.0	25**

Análisis	Puntos de Muestreo / Resultados*		Anteproyecto de Norma de Calidad de las Aguas Naturales (Aguas Tipo 2C*)
	PT-AS1	PT-AS2	
DBO (mg/l)	< 1.0	< 1.0	< 5
DQO (mg/l)	< 2.0	< 2.0	---
Alcalinidad total (mg/l)	30.0	34.0	< 20***
Cloruros (mg/l)	3.2	2.5	< 250
Sulfatos (mg/l)	6.5	5.9	< 250
Fosfatos (mg/l)	0.5	0.1	---
Nitratos (mg/l)	1.0	0.7	< 10 mg/l de N
Fluoruros (mg/l)	< 0.01	< 0.01	---
Detergentes (mg/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.5
Coliformes totales (CFU/100 ml)	11200	9900	---
Coliformes fecales (CFU/100 ml)	900	1000	< 1000

*: Aguas tipo 2C, destinadas a riego de vegetales (alimento), abrevamiento de ganado, consumo, entre otros usos.

**: Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales. Costa Rica.

***: Criteria for Surface Water Quality Classifications. Florida Department of Environmental Protection.

Fuente: Informe de Laboratorio CIQSA y normas de referencia.

La mayor parte del entorno del proyecto es conocido por la baja calidad de sus aguas superficiales como resultado de un inadecuado manejo de desechos sólidos, efluentes (domésticos e industriales) y un inadecuado manejo en general de los cursos de agua. Por su parte, en el área del proyecto se observa la influencia de las actividades agropecuarias actualmente en desarrollo.

Los resultados obtenidos para el presente estudio indican que las aguas superficiales en el entorno del proyecto presentan temperaturas relacionadas con la incidencia directa de la energía solar, una baja concentración de oxígeno como resultado de la baja circulación al momento de la toma de muestras, bajos niveles de turbiedad gracias a la deposición de sólidos en cursos de agua con baja velocidad de corriente, además presentan bajo aporte de sustancias disueltas por lo cual los niveles de conductividad, fosfatos y sólidos disueltos se mantienen bajos, con niveles no detectables de DBO, DQO, fluoruros y detergentes.

Los valores de pH tienen tendencia a niveles básicos, pero dentro de los límites señalados en la normativa de referencia. Asimismo, todos los parámetros considerados en la norma de referencia, presentaron concentraciones menores al límite con la excepción de dos de ellos, las

bacterias coliformes fecales en el punto PT-AS2, donde se registró un valor igual a dicho límite, lo cual puede estar relacionado con la presencia de ganado en la finca, así como en el caso de los niveles de coliformes totales. Adicionalmente, los niveles de alcalinidad, si bien son considerados bajos (Kevern, 1989), superan el límite de la norma de referencia, lo cual coincide con la presencia de pH básico e indica que dichas aguas tienen cierta capacidad de formar incrustaciones en sistemas de conducción de agua.

6.6.1.a Caudales (máximos, mínimos y promedios anuales)

Este punto no aplica en el área del proyecto, ya que están ausentes cursos de agua permanentes, exclusivamente se observa la formación de canales de escorrentía durante la temporada lluviosa, por medio de los cuales las aguas acumuladas en la zona del proyecto drenan hacia el entorno y a favor de la pendiente, lo cual principalmente se presenta en dirección Sur y Oeste.

6.6.1.b Corrientes, mareas y oleajes

Esta sección no aplica ya que el proyecto se encuentra alejado de la zona litoral.

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.

En líneas generales, considerando las categorías hidrogeológicas definidas en el Atlas Ambiental de la República de Panamá (ANAM, 2010), el área del proyecto se localiza en un sector donde los acuíferos locales están restringidos a zonas fracturadas, comprenden un conjunto de rocas volcánicas (lavas y aglomerados), las lavas son masivas y los aglomerados se encuentran

compactos. Los pozos más productivos se localizan en zonas fracturadas. La calidad química de las aguas es generalmente buena (Figura 6-8 al final del capítulo).

6.6.2.a Identificación del acuífero

Esta sección no aplica para estudios de impacto ambiental categoría II.

6.7 Calidad del aire

El área de influencia directa del proyecto no presenta fuentes significativas de emisiones que pudieran alterar la calidad natural del aire, ya que son espacios que forman parte de terrenos con uso agropecuario y no hay presencia de estructuras actualmente en uso, en toda el área a ser intervenida.

Por otra parte, en el entorno se destaca la presencia de una vialidad con alto tráfico de vehículos y carga pesada, como es la carretera Panamericana, donde las emisiones de los motores de combustión corresponden a una importante fuente de gases y material particulado.

Mediciones de calidad el aire de referencia, realizadas en diversos sectores de Arraiján y en las márgenes de la carretera Panamericana, durante del desarrollo del estudio de impacto ambiental de la Línea 3 del Metro (URS, 2014), indican que los niveles de NO₂, SO₂, CO, O₃ y PM₁₀, no superan los límites señalados en el anteproyecto de norma para Panamá, pero en el caso del SO₂ también se supera el límite máximo indicado en las guías de calidad ambiental de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015).

Con el objetivo de caracterizar la calidad del aire existente en los receptores sensibles cercanos al proyecto, se realizó la determinación del contenido de material particulado mayor a 10 micras (PM₁₀), en dos puntos. El primero de ellos ubicado en las viviendas que se encuentran en la Hacienda Hato Montaña y el segundo en la barriada Brisas de Arraiján. Las coordenadas UTM (WGS 84) de los puntos se indican en la Tabla 6-14 y su ubicación se muestra en la figura 6-3 (al final del capítulo).

Tabla 6-14
Ubicación de los Puntos de Medición de Calidad del Aire

Punto	Referencia de Ubicación	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Este	Norte
1	Barriada Brisas de Nuevo Arraiján	639112	986535
2	Minidepósitos Almacenajes S.A:	638535	985977

Fuente: URS Holdings, Inc.

Los resultados obtenidos en cada medición se presentan en forma resumida a continuación en la Tabla 6-15, 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 resultados horarios del equipo de medición para cada punto se incluyen en el Anexo 6-2, junto con el certificado de calibración del mismo.

Tabla 6-15
Resultados de las Mediciones de Calidad del Aire

Punto	Concentración de Material Particulado (PM₁₀)
Barriada Brisas de Nuevo Arraiján	43.99
Minidepósitos Almacenajes S.A:	51.48
Anteproyecto de Calidad del Aire Ambiente de Panamá	150
Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005)	50

Nota: Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Los resultados obtenidos indican que los niveles de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀) se encuentran en niveles bajos respecto a los límites máximos señalados en las normativas de referencia, donde el área de la barriada Brisas de Nuevo Arraiján presentó 43.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, encontrándose un mayor nivel en el área de la empresa Almacenajes S.A. donde se registró 51.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, como resultado posiblemente de la cercanía de este último a la carretera Panamericana, sector con alto paso de vehículos, autobuses y carga pesada.

6.7.1 Ruido

En el área a ser intervenida no se observó la presencia de fuentes significativas de ruido, mientras que en su entorno se destaca la presencia de la carretera Panamericana, por el alto tráfico de carros y camiones que allí se presenta, el cual genera los elevados niveles de ruido registrados frente al cementerio Colinas de La Paz en Hato Montaña, en las márgenes de dicha carretera durante el estudio de línea base de la Línea 3 del Metro (URS, 2014). Los niveles registrados (Leq) alcanzaban 72.5 a 76.8 dB en horario diurno y 66.6 a 67.0 dB en horario nocturno, los cuales superan los límites establecidos en la normativa nacional (60 y 50 dB, respectivamente).

La caracterización de los niveles de ruido ambiental incluyó la realización de mediciones en dos puntos situados en los receptores sensibles más cercanos al proyecto, los cuales coinciden con los puntos donde se realizó la caracterización de la calidad del aire, entendiéndose como receptores sensibles aquellas actividades que podrían estar sujetas a efectos significativos debido al ruido, como es el caso de residencias y oficinas, entre otros. Los puntos de monitoreo fueron los siguientes:

(PT-R1) – Punto Ruido 1: Hacienda Hato Montaña.

Este punto de muestreo se ubicó en las viviendas ubicadas al Oeste del proyecto, en terrenos de dicha hacienda.

(PT-R2) – Punto Ruido 2: Barriada Brisas de Arraiján

Ubicado en las viviendas más cercanas en dirección al proyecto.

En la Figura 6-3 (al final del capítulo), se muestra la ubicación de los sitios de medición de ruido ambiental y al final del capítulo se incluye un registro fotográfico del proceso de medición de ruido. En cada punto se realizaron mediciones de ruido en horario diurno y nocturno, siguiendo los criterios contenidos en el Decreto Ejecutivo 306 (04 de septiembre de 2002), que adopta el Reglamento para el Control de los Ruidos en Espacios Públicos, Áreas Residenciales o de Habitación, así como en ambientes laborales y su modificación.

Las condiciones climáticas durante todos los periodos de las mediciones fueron constantes, sin lluvias en el sitio, con días de alta temperatura y moderada a alta humedad. Las condiciones atmosféricas registradas durante las mediciones diurnas y nocturnas, se muestran en la Tabla 6-16 (En el Anexo 6-3 se incluyen los formularios de campo, informe del equipo y certificado de calibración).

Tabla 6-16
Condiciones Climáticas en los Sitios de Medición

Sitio de Monitoreo	Humedad Relativa (%)		Temperatura (°C)		Velocidad del Viento (km/h)	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
PT-R1 – Hacienda Hato Montaña	50	81.0	29.0	23.4	7.0	1.5
PT-R2 – Barriada Brisas de Arraiján	77	87.4	31.3	22.3	3.1	0.5

Fuente: URS Holdings, Inc.

En los receptores sensibles ubicados en los alrededores del área de patios y talleres de la Línea 3 del Metro de Panamá (Tabla 6-17), se observa que ninguna de las mediciones realizadas como parte del presente estudio (ver metodología en el Capítulo 3), sobrepasan el máximo permitido por la normativa nacional en horario diurno (60 dBA). Esta condición se relaciona con la baja presencia de fuentes significativas de ruido en el entorno inmediato del área del proyecto, especialmente en período diurno, donde el efecto de la carretera Panamericana es parcialmente mitigado por la distancia, la vegetación existente y las variaciones en altitud. Adicionalmente, se observa que los niveles de ruido oscilan entre 38.7 y 80.3 dB en el área de la hacienda Hato Montaña y entre 47.7 y 85.2 dB en la barriada Brisas de Arraiján.

Por su parte, en el horario nocturno se encontró que los resultados de las mediciones fluctúan entre 71.5 a 50.3 en el punto PT-R1 (Hacienda Hato Montaña) y 74.7 a 42.6 punto PT-R2 en la Barriada Brisas de Arraiján dando como resultado el nivel de ruido equivalente de 58.2 dB y 55.5 dB en los puntos PT-R1 y PT-R2 respectivamente; los cuales sobrepasan los límites máximos permisibles para el periodo nocturno de la medición. Esta condición puede deberse al constante tráfico de autos que transitaban por la carretera Panamericana, la cual es cercana a dichos puntos, ya que no se identificaron fuentes significativas de ruido adicionales.

Tabla 6-17
Niveles de Ruido Registrados - Periodo Diurno y Nocturno

Ubicación	Coordenadas (UTM, WGS 84)		Resultados Mediciones						Decreto Ejecutivo No. 1(dBA)	
			Diurno			Nocturno				
	Este	Norte	Leq	Lmax	Lmin	Leq	Lmax	Lmin	Día	Noche
PT-R1 – Hacienda Hato Montaña	638883	985877	47.2	80.3	38.7	58.2	71.5	50.3	60	50
PT-R2 – Barriada Brisas de Arraiján	639112	986535	54.6	85.2	47.7	55.5	74.7	42.6		

Se resaltan valores por encima de la norma.

Fuente: URS Holdings, Inc.

6.7.1.a Vibraciones

Las vibraciones ambientales corresponden a un aspecto de importancia para estructuras existentes en las cercanías de vías de tránsito, construcciones, áreas en mantenimiento y en cualquier área con presencia de maquinaria, vehículos y el desarrollo de actividades humanas, debido a la presencia de fuentes de vibraciones que son transmitidas a nivel del suelo, hasta dichas estructuras, lo que pudiera generar deterioros en las mismas dependiendo de las características de dichas vibraciones (velocidad, frecuencia), de las estructuras o receptores de las vibraciones (material de construcción, edad, presencia de deterioros previos, entre otras características) y del medio de transmisión, es decir, del suelo (compactación, presencia de capa de concreto o asfalto, entre otras).

Para el presente estudio, se realizaron mediciones de vibraciones ambientales en los receptores sensibles más cercanos al proyecto, coincidiendo con los puntos donde se realizaron las mediciones de ruido ambiental, anteriormente descritas.

Al final del capítulo se muestra ubicación de los puntos de medición en la Figura 6-3 (al final del capítulo) y se incluye el registro fotográfico de las actividades en campo. Las coordenadas UTM (WGS 84) de dichos puntos se indican en la Tabla 6-18. Adicionalmente, en el Anexo 6-4 se incluyen los formularios con la información recopilada en campo, los informes generados por el equipo de medición y el certificado de calibración.

Tabla 6-18
Coordenadas UTM de los Puntos de Medición de Vibraciones

Punto	Ubicación	Coordenadas UTM (WGS 84)	
		Este	Norte
PT-V1	Hacienda Hato Montaña	638883	985877
PT-V2	Barriada Brisas de Arraiján	639112	986535

Fuente: URS Holdings, Inc.

Los resultados obtenidos (presentados en la Tabla 6-19), indican que no hay un eje dominante de transmisión de las vibraciones existente. Por otra parte, se observa que las velocidades pico de partículas (VPP) oscilan entre 0.063 y 2.905 mm/s.

Las vibraciones registradas se relacionan con eventos asociados principalmente al tránsito de vehículos, por ser la fuente generadora más significativa identificada a lo largo del alineamiento.

Al comparar los resultados obtenidos en las mediciones realizadas con la normativa de referencia, se encuentra que en ninguno de los casos se supera el límite máximo establecido por el Anteproyecto de Norma de Calidad Ambiental de Vibraciones de la República de Panamá, lo cual indica que actualmente las estructuras existentes no están siendo sometidas a vibraciones que pudieran ocasionar deterioros a las mismas. Esta condición se ajusta a lo esperado para áreas donde no se observó, al momento de las mediciones, la presencia de actividades o equipos que pudieran generar elevados niveles de vibraciones.

A manera de referencia, mediciones de vibraciones realizadas como parte del estudio de impacto ambiental de la Línea 3 del Metro (URS, 2014), específicamente frente al cementerio Colinas de La Paz en Hato Montaña, el cual se ubica al Noroeste del área de influencia directa del proyecto, registraron niveles de VPP entre 0.111 y 0.540 mm/s, siendo también menores al límite señalado en la normativa de comparación.

Tabla 6-19
Resultados de las Mediciones de Vibraciones Ambientales

Punto de Medición	Receptor más Cercano	Eje de Medición	Velocidad Pico de Partículas (VPP) (mm/s) / Frecuencia (Hz)	Límite Anteproyecto de Norma de Vibraciones Ambientales de Panamá VPP (mm/s)
PT-V1	Viviendas de una planta, bloque	Eje Transversal	2.905 / 7.8	50 mm/s
		Eje Vertical	1.714 / 73	
		Eje Longitudinal	2.349 / 47	
PT-V2	Viviendas de dos plantas, bloque	Eje Transversal	0.063 / > 100	50 mm/s
		Eje Vertical	0.079 / 85	
		Eje Longitudinal	0.079 / > 100	

En cada punto se resalta (**negrita**) el o los eje(s) donde se registró la mayor velocidad de partículas para cada punto.

Fuente: URS Holdings, Inc.

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 humano².

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

² OMS, 1994.

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 en el área de influencia directa de los futuros patios y talleres de la Línea 3 del Metro de Panamá, se evaluaron las condiciones existentes, en cuanto a la presencia de olores, en los diversos puntos de muestreo. Como resultado de dicha evaluación se estableció que en el área del proyecto predominan los olores relacionados con la presencia de ganado y procesos naturales de descomposición de materia orgánica, así como la influencia de las emisiones gaseosas provenientes de los vehículos que transitan por la carretera Panamericana.

Debido a gestiones de planificación del proyecto la fecha de entrega del estudio fue prolongada; sin embargo, considerando que las condiciones del área de influencia se mantienen similares se hizo una actualización de los monitoreos de la línea base física en octubre y noviembre de 2020, el informe con los resultados se presenta al final de los anexos.

6.8 Antecedentes sobre vulnerabilidad frente a amenazas naturales

La Organización de Estados Americanos “OEA” define amenazas naturales como “aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él”. El término “amenazas naturales”, se refiere específicamente, a todos los fenómenos atmosféricos, hidrológicos, geológicos (especialmente sísmicos y volcánicos) y a los incendios que por su ubicación, severidad y frecuencia, tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, a sus estructuras y a sus actividades.

En esta sección se presenta una reseña de la situación relacionada con las amenazas naturales en el área de estudio del proyecto. Entre las amenazas naturales analizadas se incluye el riesgo sísmico, las inundaciones, la erosión y deslizamientos.

6.8.1 Riesgo sísmico

El Mapa de Amenaza Sísmica para la República de Panamá (Figura 6-9, 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 2.6 y 3.0 m/s^2 en una escala que llega hasta 6.2 m/s^2 .

A nivel local, según la información presentada por el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá en su página web (https://twitter.com/igc_upa?lang=es), encargado del monitoreo sísmico a nivel nacional, los sismos más recientes (2016 - 2018), con magnitud de 5.0 Mw o más se señalan en la Tabla 6-20.

Tabla 6-20
Principales Eventos Sísmicos Ocurridos en el País. Enero 2016 a septiembre 2018

Fecha	Detalles
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.
24 junio 2017	125 km Suroeste de Isla Coiba, magnitud de 5.3 Mw, profundidad 10 km.
14 noviembre 2017	129km Oeste noroeste de Puerto Armuelles, magnitud de 5.3 Mw.
14 noviembre 2017	226km Oeste noroeste de Puerto Armuelles, magnitud de 5.3 Mw.
16 noviembre 2017	274km Sur suroeste de Isla Coiba, magnitud de 5.4 Mw, profundidad 10 km.
17 noviembre 2017	102km Oeste de Isla Coiba, magnitud de 5.1 Mw, profundidad 23.3 km.
19 noviembre 2017	93km Oeste de Isla Coiba, magnitud de 5.1 Mw, profundidad 0 km.
14 diciembre 2017	83km Este de Isla Coiba, magnitud de 5.2 Mw, profundidad 6.5 km.
21 diciembre 2017	129km Oeste de Puerto Armuelles, magnitud de 5.3 Mw, profundidad 15.4 km.
16 enero 2018	225 km Oeste noroeste de Volcán, magnitud 5.1 MW, profundidad 0.8 km.
27 enero 2018	75 km Sureste de Los Santos, magnitud 6.6 Mw, profundidad 0 km.

Fecha	Detalles
30 enero 2018	19 km Noroeste de Puerto Armuelles, magnitud 5.2 Mw, profundidad 0 km.
31 enero 2018	76 km Sureste de Los Santos, magnitud 5.2 Mw, profundidad 3.9 km.
31 enero 2018	82 km Sureste de Los Santos, magnitud 5.6 Mw, profundidad 0 km.
11 febrero 2018	36 km Suroeste de Puerto Armuelles, magnitud 5.3 Mw, profundidad 1.9 km,
18 febrero 2018	155 km Este sureste de Los Santos, magnitud 5.1 Mw, profundidad 10.5 km.
23 marzo 2018	195 km Oeste noroeste de Volcán, magnitud 5.1 Mw, profundidad 0 km.
23 abril 2018	25 km Sur sureste de Puerto Armuelles, magnitud 5 Mw, profundidad 7.2 km.
18 mayo 2018	346 km Sur suroeste de Isla Coiba, magnitud 5.3 Mw, profundidad 10 km.
13 junio 2018	54 km Suroeste de Los Santos, magnitud 5.5 Mw, profundidad 0 km.
17 junio 2018	155 km Suroeste de Isla Coiba, magnitud 5.2 Mw, profundidad 0.4 km.
25 julio 2018	235 km Oeste noroeste de Puerto Armuelles, magnitud 5.2 Mw, profundidad 14.3 km.
6 agosto 2018	80 km Noreste de Chepo, magnitud 5.3 Mw, profundidad 43.1 km.
17 agosto 2018	52 km Noroeste de Puerto Armuelles, magnitud 6 Mw, profundidad 0 km.
29 agosto 2018	47 km Noroeste de Puerto Armuelles, magnitud 5.6 Mw, profundidad 4.5 km.
17 septiembre 2018	67 km Sur sureste de Los Santos, magnitud 5.1Mw, profundidad 0km.

Fuente: Elaborado a partir de información de la página web del Instituto de Geociencia.

Como se extrae de la tabla anterior, en el área del proyecto no se tiene registrado sismos de magnitud mayor a 5.0 Mw, en los últimos tres años.

6.9 Identificación de sitios propensos a inundaciones

En el área de la hacienda Hato Montaña, de la cual forman parte los terrenos a ser intervenidos, se observó la tendencia a cierta acumulación de agua, la cual, según indicaciones de personal de la hacienda, es una condición que se presenta en la temporada lluviosa y que debe ser considerada al momento de definir la cota final de las obras a ser construidas. Por otra parte, el Servicio Nacional de Protección Civil (SINAPROC) ha mantenido actualizado hasta el año 2013,

un inventario de desastres a través del sistema DesInventar, disponible vía web (<http://online.desinventar.org>). En dicho inventario se indica que en el área de Arraiján se han presentado diversos eventos de inundaciones, siendo los 10 más recientes los señalados en la Tabla 6-21.

Tabla 6-21
Inventario de Inundaciones del SINAPROC

Lugar	Causa	Fecha
Burunga, Arraiján	Fuertes lluvias y colapso del drenaje pluvial	16 julio 2008
Vista Alegre, Arraiján	Fuertes lluvias y colapso del drenaje pluvial	16 julio 2008
Cerro Tigre, Arraiján	Desbordamiento río Tigre	17 julio 2008
Vista Alegre Arraiján	Fuertes lluvias y colapso del drenaje pluvial	19 noviembre 2008
Burunga, Arraiján	Fuertes lluvias y colapso del drenaje pluvial	15 octubre 2010
Peñas Blancas, Arraiján	Desbordamiento de quebrada sin nombre en Las Acacias	17 abril 2010
Vista Alegre, Arraiján	Fuertes lluvias y colapso del drenaje pluvial	22 noviembre 2011
Cerro Tigre, Arraiján	Fuertes lluvias y colapso del drenaje pluvial	15 octubre 2012
Hato Montaña, Arraiján	Desbordamiento río Caimito	27 noviembre 2012
Villa Diana, Arraiján	Desbordamiento río La Chorrera	06 diciembre 2012

Fuente: <http://online.desinventar.org>. Eventos del año 2014 no disponibles.

Se observa que en la tabla se hace referencia a desbordamientos del río Caimito en el sector de Hato Montaña, evento que se repitió en 2013 según información pública (periódico La Estrella). Esta información debe ser considerada en el diseño de las obras, aunque el proyecto se encuentra en un terreno elevado respecto al entorno y sin cursos de agua permanentes.

La Figura 6-10 (al final del capítulo) nos presenta el resultado de un análisis de susceptibilidad a inundaciones a nivel de cuencas (Atlas Ambiental, ANAM, 2010), donde se señala que la cuenca 140 (Río Caimito), en la cual se localiza el proyecto, presenta una susceptibilidad Moderada a esos fenómenos.

6.10 Identificación de los sitios propensos a erosión y deslizamientos

La erosión es un proceso natural complejo que se modifica gravemente debido a las actividades humanas tales como limpieza de terrenos, agricultura, construcción, etc. La erosión se distribuye

de forma muy irregular en tiempo y espacio. La pérdida de la vegetación protectora a través de la deforestación, fuegos y ganadería hacen al suelo vulnerable, al ser levantado y removido por la acción del viento y del agua. Adicionalmente, el sobre-cultivo y la compactación hacen que el suelo pierda su estructura y cohesión, y se erosionen con más facilidad.

Las pérdidas de suelo por erosión y deslizamientos son importantes debido a que los suelos son transportados por la escorrentía superficial hacia las corrientes naturales como sedimentos en suspensión. Los sedimentos tienen el potencial de contaminar las aguas, colmar lagos y afectar ecosistemas sensibles aguas abajo de su fuente. Los sitios propensos a erosión y deslizamientos en el área del Proyecto se asocian a los sitios con pendientes más inclinadas en el área de proyecto y de erodabilidad del suelo alta.

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 dicho inventario se indica que en el área de Arraiján, en los últimos 17 años, se han presentado los eventos de deslizamientos señalados en la Tabla 6-22.

Tabla 6-22
Inventario de Deslizamientos del SINAPROC

Lugar	Fecha
Burunga. Arraiján Cabecera	29 mayo 2000
La Polvareda, Arraiján	28 agosto 2000
Barriada Altamira, Arraiján Cabecera	13 octubre 2001
Vista Alegre, Arraiján	22 octubre 2001
Vista Alegre, Arraiján	24 abril 2002
Nuevo Chorrillo, Arraiján Cabecera	09 mayo 2004
Barriada 2000, Arraiján Cabecera	09 mayo 2004
Veracruz	19 julio 2007
Residencial Villa Diana, Nuevo Arraiján.	03 septiembre 2007
Nuevo Chorrillo, Arraiján	01 noviembre 2007
Las Lajitas, Arraiján	15 junio 2008
Sector El Toro, Arraiján	15 junio 2008
Nuevo Chorrillo, Arraiján Cabecera	12 diciembre 2008
Vista Alegre, Arraiján	06/05/2014
Arraiján Cabecera	22/05/2014
Arraiján	06/06/2014
Vista Alegre, Arraiján	09/06/2014

Lugar	Fecha
Arraiján Cabecera	21/08/2014
Nuevo Emperador, Arraiján	03/09/2014
Nuevo Emperador, Arraiján	03/09/2014
Arraiján Cabecera	20/09/2014
Arraiján Cabecera	20/09/2014
Arraiján Cabecera A	31/10/2014
Arraiján Cabecera	15/11/2014
Arraiján Cabecera	16/11/2014
Arraiján Cabecera	22/09/2015
Arraiján Cabecera	22/09/2015
Arraiján Cabecera	22/11/2016
Arraiján Cabecera	23/11/2016
Vista Alegre, Arraiján	23/11/2016
Juan Demóstenes Arosemena, Arraiján	24/11/2016
Juan Demóstenes Arosemena, Arraiján	24/11/2016
Juan Demóstenes Arosemena, Arraiján	24/11/2016

Fuente: Inventario SINAPROC y prensa (www.DesInvetar.org).

Como se observa ninguno de los eventos se relaciona con el área de proyecto. En las observaciones de campo, no se identificó la presencia procesos erosivos activos. En la Figura 6-11 (al final del capítulo), se presenta un análisis de susceptibilidad a deslizamientos a nivel de distrito, donde se observa que el proyecto se localiza en un distrito considerado de susceptibilidad Alta a este tipo de eventos, aunque en el área del proyecto los mismos pudieran presentarse principalmente en las áreas de talud ubicadas fuera del área de influencia directa.


**REGISTRO
FOTOGRÁFICO**
Proyecto:

Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro.

Fotografía:

No. 1

Fecha:

13-29/12/17

Descripción:

Muestreo de Suelo en Punto No.1 dentro del área de influencia directa.

a) Despliegue de la malla 3x4 m.

b) & c) Toma de sub muestras.

d) Homogenización de las sub-muestras para obtener la muestra compuesta.


Fotografía:

No.2

Fecha:

13-29/12/17

Descripción:

Muestreo de Suelo en Punto No.2 dentro del área de influencia directa.

a) & b) Despliegue de malla 3x4 m para toma de sub-muestras.

c) Toma de sub muestras.

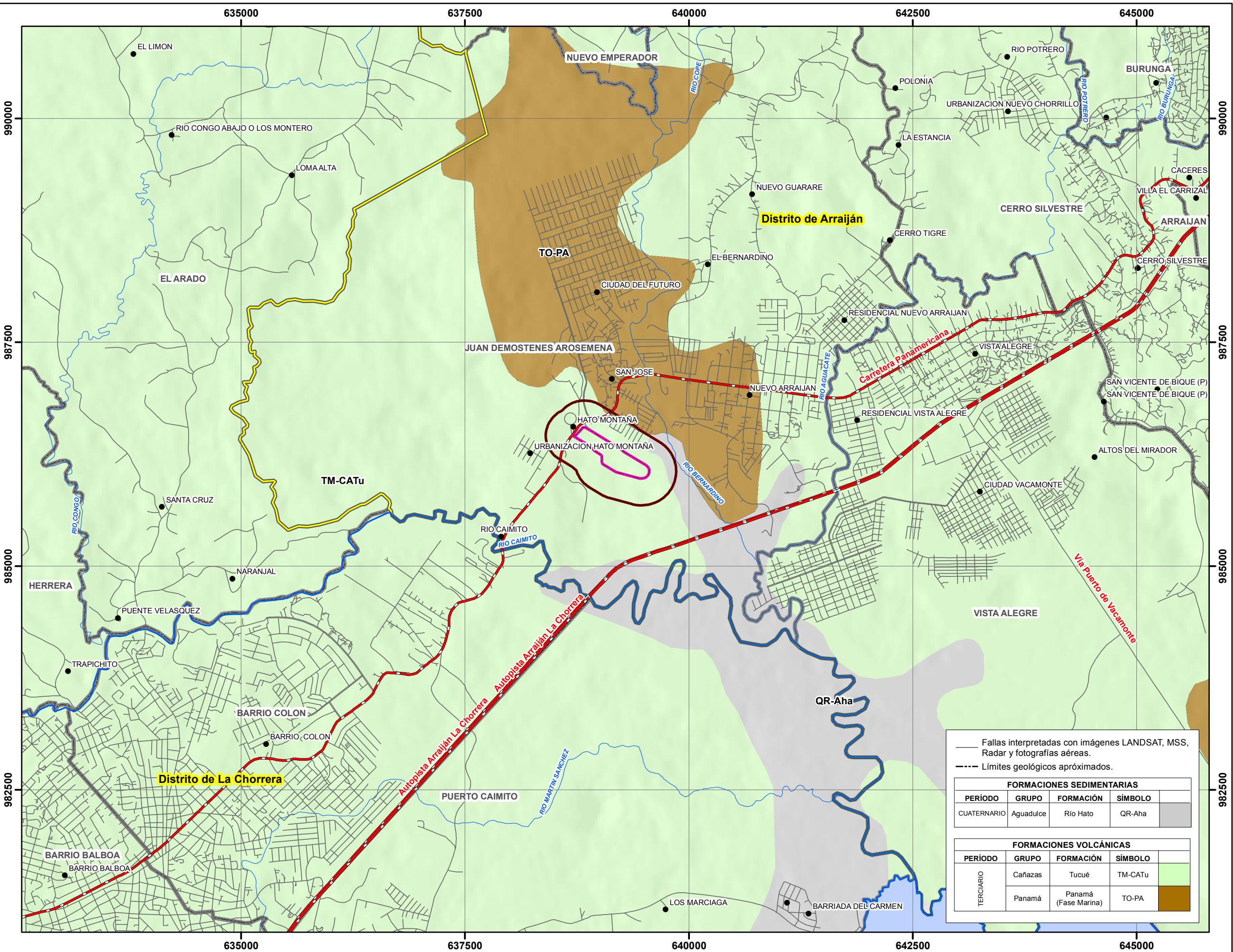
d) Homogenización de las sub-muestras para obtener la muestra compuesta.



URS		REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro.		Ubicación: Provincia de Panamá Oeste	
Fotografía: No.3	Fecha: 13-29/12/17	 a	 b
Descripción: Muestreo de agua superficial en curso de agua cercano al área de construcción de los patios y talleres. a), b) & c) Toma de muestras de agua. d) Medición de parámetros.		 c	 d
Fotografía: No. 4	Fecha: 13-29/12/17	 a	 b
Descripción: Muestreo de calidad del agua superficial y mediciones en campo a) & b Toma de muestras por personal técnico. c) Medición de parámetros en campo por el Sr. Solís.		 c	

		REGISTRO FOTOGRÁFICO
Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro.	Ubicación: Provincia de Panamá Oeste	
Fotografía: No. 5	Fecha: 13-29/12/17	 
Descripción: <p>Receptor cercano al área de Patios y Talleres, barriada Brisas de Nuevo Arraiján.</p> <p>Calidad de aire, ruido y vibraciones ambientales</p> <p>a) Instalación del equipo de medición de calidad de aire EPAS.</p> <p>b) Medición de ruido ambiental</p> <p>c) Instalación del equipo de medición de vibraciones. En (d) se observa la pantalla con los datos finales.</p>		 
Fotografía: No. 6	Fecha: 13-29/12/17	 
Descripción: <p>Receptor cercano a Patios y Talleres, Hacienda Hato Montaña.</p> <p>a) Medición ruido.</p> <p>b) Medición de vibraciones.</p>		

URS		REGISTRO FOTOGRÁFICO
Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Patios y Talleres de la Línea 3 del Metro.		Ubicación: Provincia de Panamá Oeste
Fotografía: No. 7	Fecha: 13-29/12/17	 
Descripción: Medición de calidad del aire en receptor (área comercial con oficinas) cercana a Patios y Talleres, Almacenajes S.A. a) Preparación del equipo. b) Finalizando la instalación.		
Fotografía: No. 8	Fecha: 10-11/01/18	 
Descripción: Mediciones de ruido en horario nocturno a) y b) Sector de viviendas en la Hacienda Hato Montaña. c) y d) Barriada Brisas de Nuevo Arraiján.		 



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - CATEGORÍA II
PATIOS Y TALLERES DE LA
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

FIGURA N° 6-2

GEOLOGÍA

LEYENDA

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

Red Vial

- Principal
- Secundaria

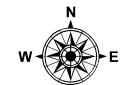
Límite de Distritos

Límite de Corregimientos

Áreas del Proyecto

Área de Influencia Directa

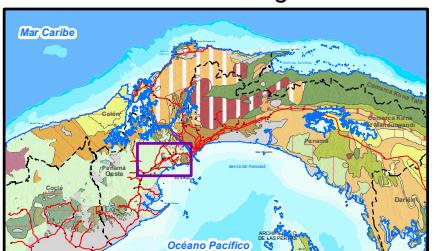
Área de Influencia Indirecta



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

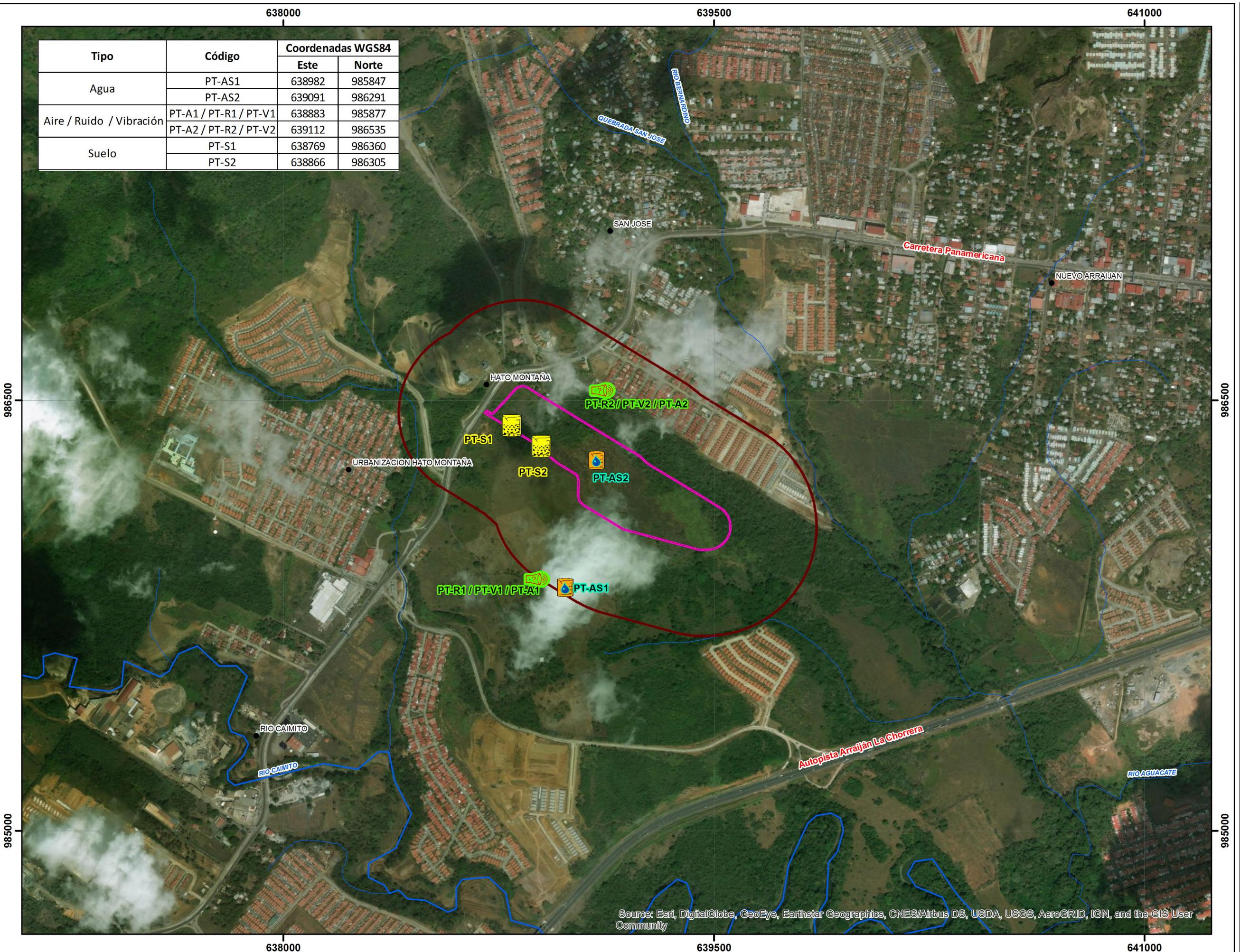
Escala:
1:40,000

Localización Regional



Promotor: METRO DE PANAMÁ
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Consultor: URS



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - CATEGORÍA II
PATIOS Y TALLERES DE LA
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

FIGURA N° 6-3

UBICACIÓN DE SITIOS DE
MUESTREOS Y MEDICIONES AMBIENTALES

LEYENDA

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

Áreas del Proyecto

- Área de Influencia Directa
- Área de Influencia Indirecta

Ubicación de muestreos

- Aire / Ruido / Vibración
- Agua
- Suelo



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

Escala:
1:12,500

0 0.125 0.25 0.5 0.75 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:
**METRO
DE PANAMÁ**

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE
PANAMÁ

URS

Consultor:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - CATEGORÍA II
PATIOS Y TALLERES DE LA
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

FIGURA N° 6-4

CAPACIDAD AGROLÓGICA DEL SUELO

LEYENDA

● Lugares Poblados o Barriadas

— Ríos Principales

— Ríos Secundarios y Quebradas

Red Vial

— Principal

— Secundaria

Límite de Distritos

Límite de Corregimientos

Áreas del Proyecto

■ Área de Influencia Directa

■ Área de Influencia Indirecta

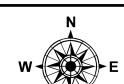
Clases de suelo

III Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas.

IV Arable, muy severas limitaciones en la selección de las plantas.

VI No arable, con limitaciones severas.

VII No arable, con limitaciones muy severas.



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

Escala:
1:40,000

0 0.4 0.8 1.6 2.4 Kms.

Localización Regional



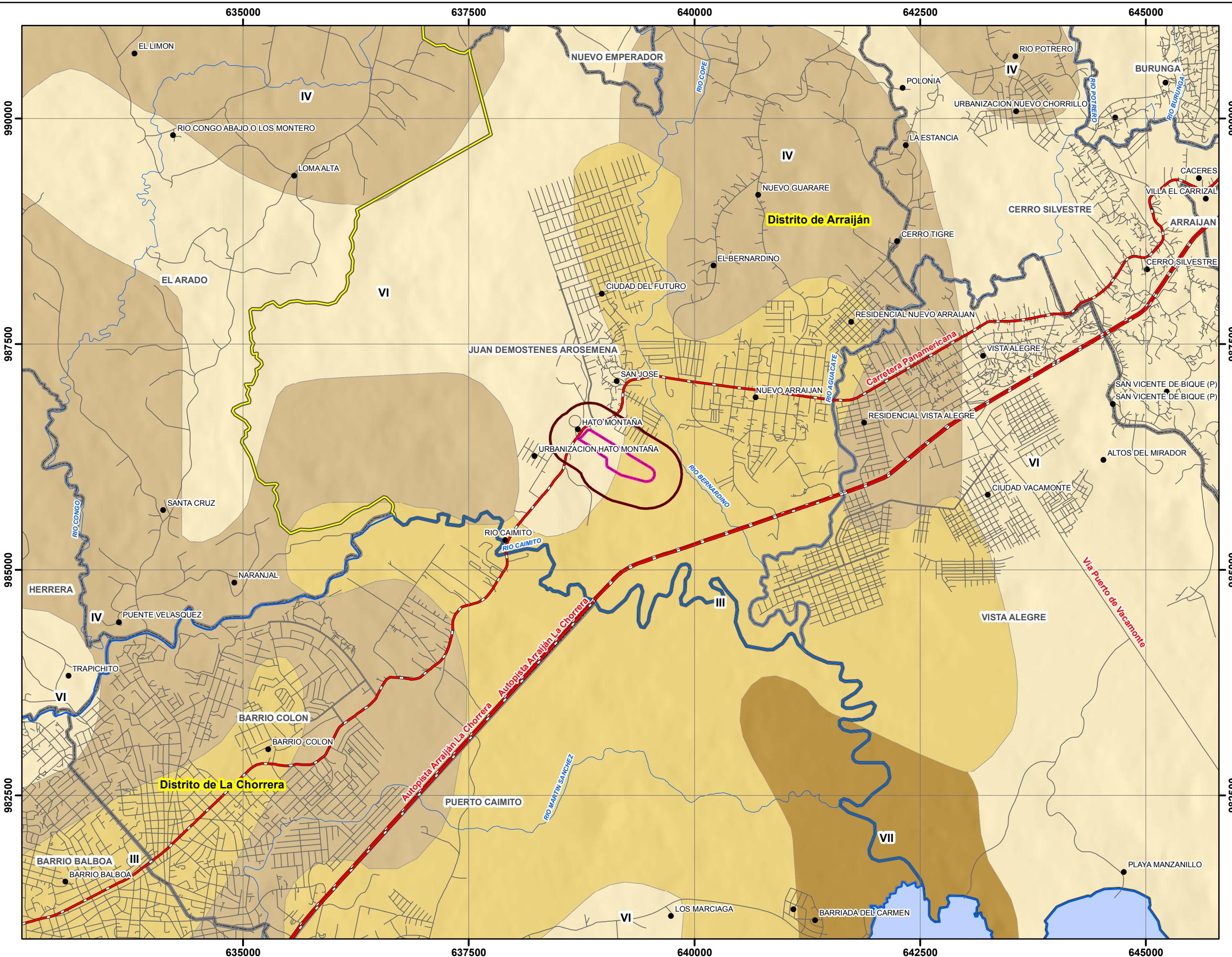
Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc./Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:

METRO
DE PANAMÁ

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE
PANAMÁ

Consultor:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - CATEGORÍA II
PATIOS Y TALLERES DE LA
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

FIGURA N° 6-5
TOPOGRAFÍA

LEYENDA

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

Red Vial

- Principal
- Secundaria

Límite de Distritos

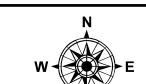
Límite de Corregimientos

Áreas del Proyecto

- Área de Influencia Directa
- Área de Influencia Indirecta

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

Localización Regional



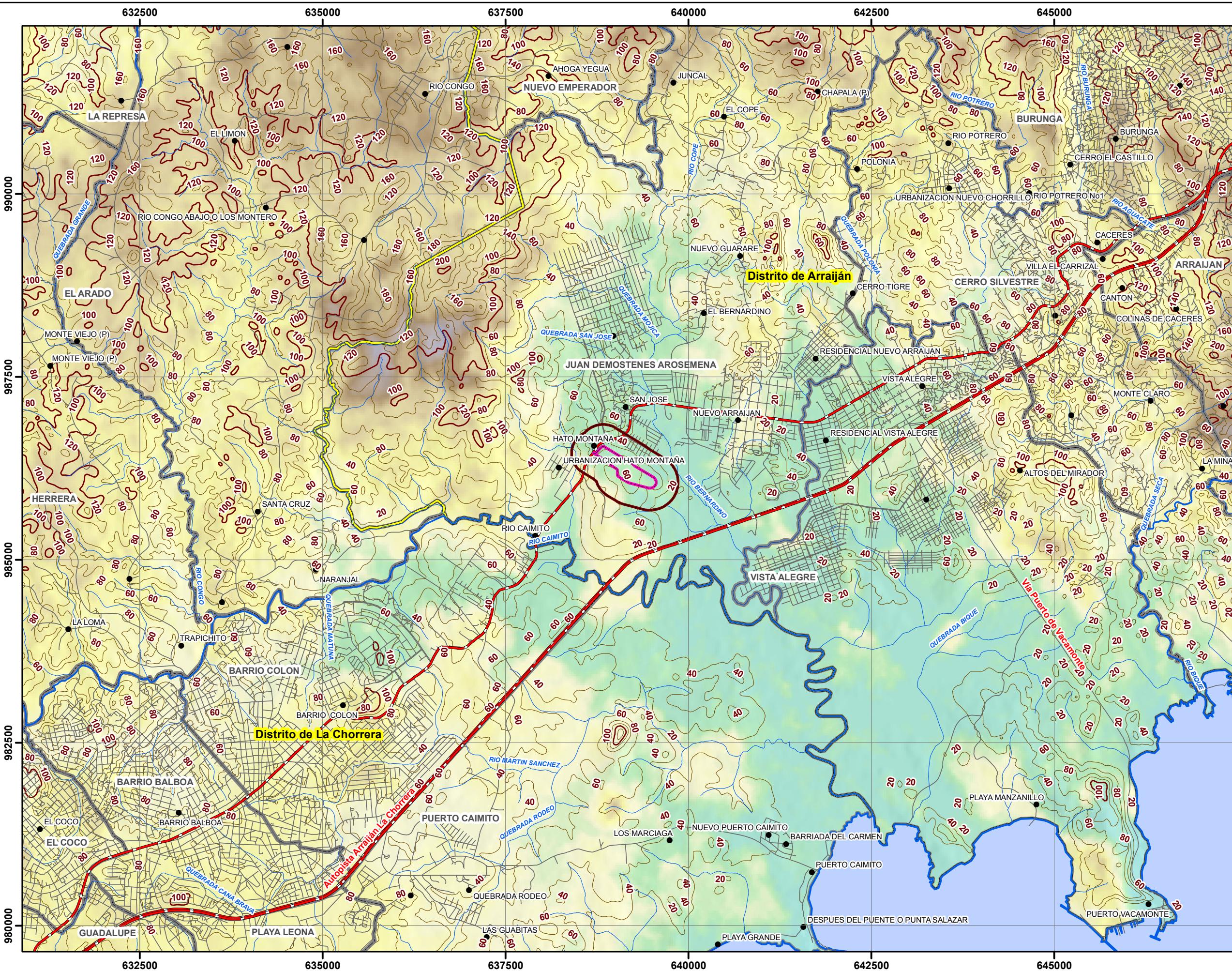
Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc./Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

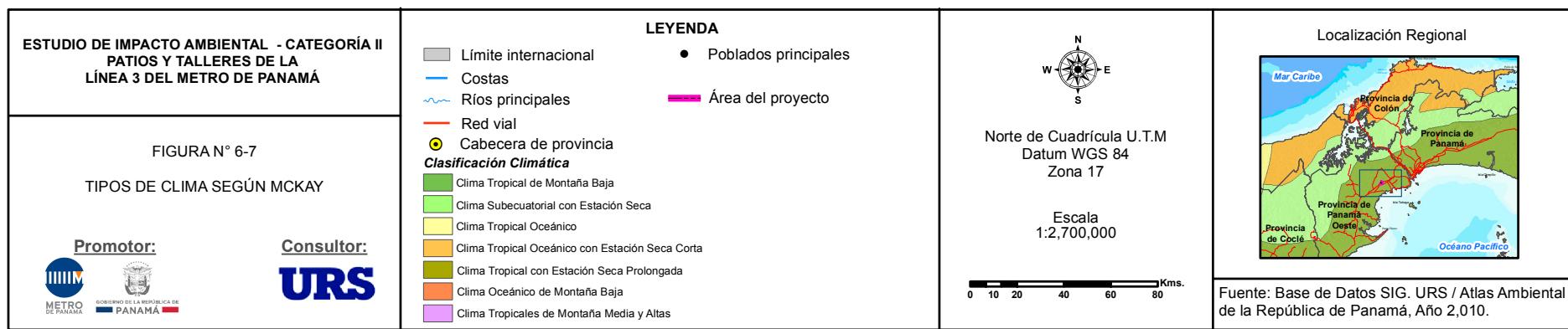
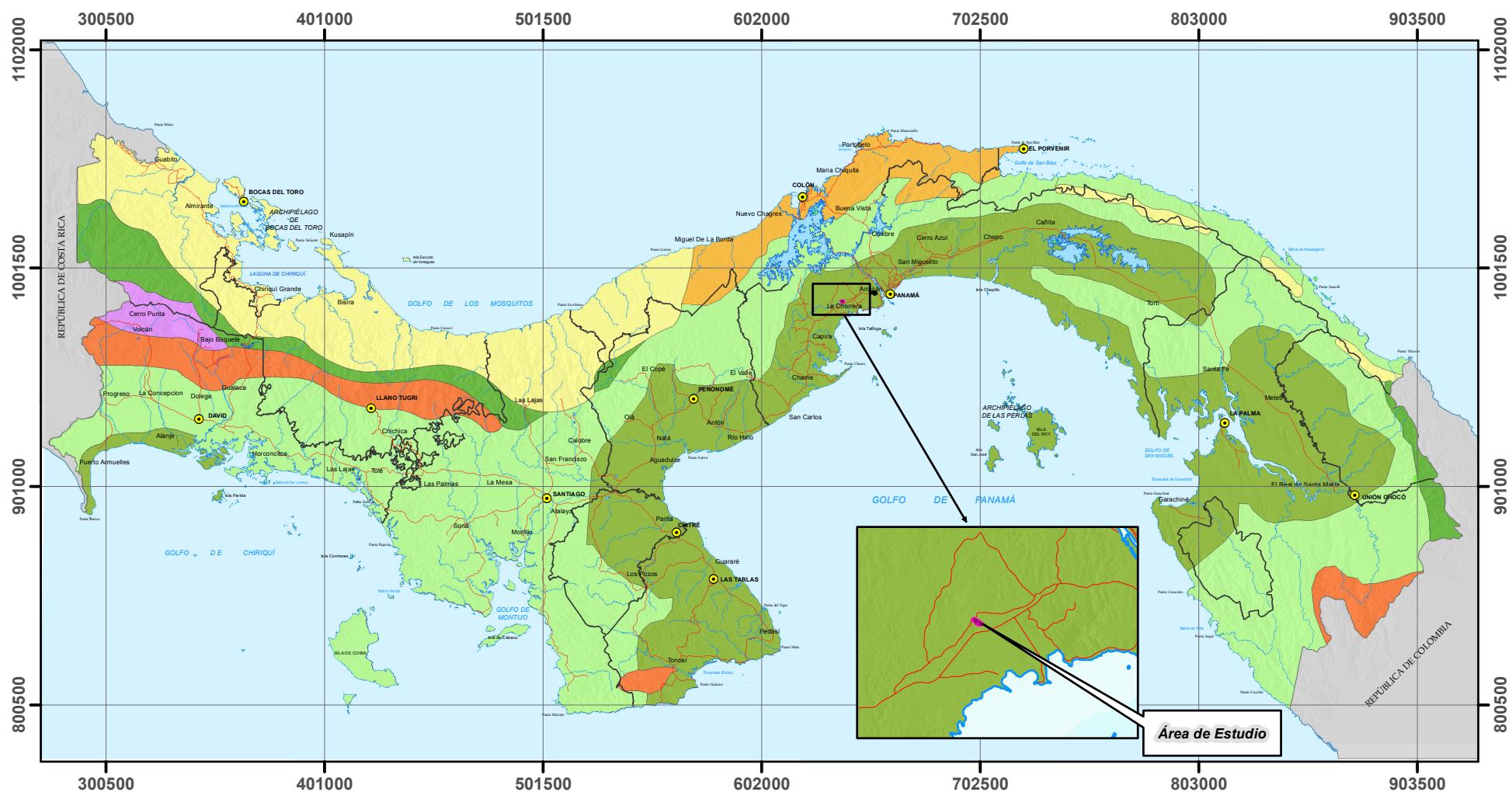
Promotor:

METRO
DE PANAMÁ

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE
PANAMÁ

Consultor:



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - CATEGORÍA II
PATIOS Y TALLERES DE LA
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

FIGURA N° 6-8

HIDROGEOLOGÍA

LEYENDA

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

Red Vial

- Principal
- Secundaria

Límite de Distritos

Límite de Corregimientos

Áreas del Proyecto

- Área de Influencia Directa
- Área de Influencia Indirecta

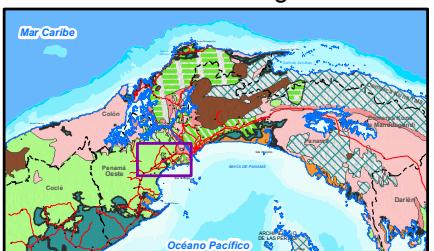


Norte de Cuadrícula U.T.M.
Datum WGS84
Zona 17

Escala:

1:40,000

Localización Regional



Categorías hidrogeológicas

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.

Acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, conformados por una mezcla de rocas volcánicas fragmentarias consolidadas y poco consolidadas, sobrepuertas a rocas ígneas consolidadas. Los pozos más productivos se localizan en zonas fracturadas. La calidad química de las aguas es generalmente buena.

Acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, comprenden un conjunto de volcánicas (lava 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.

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.

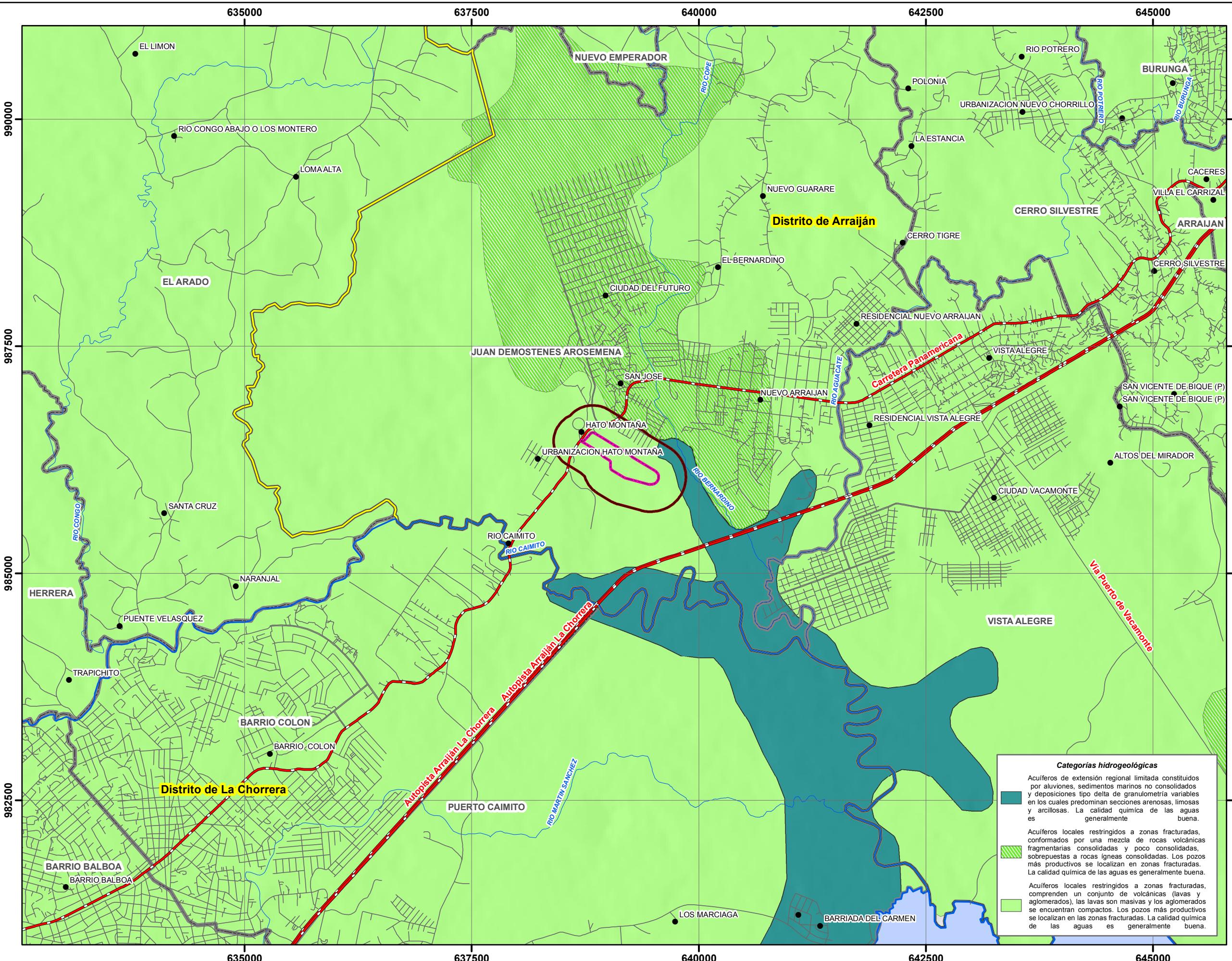
Promotor:



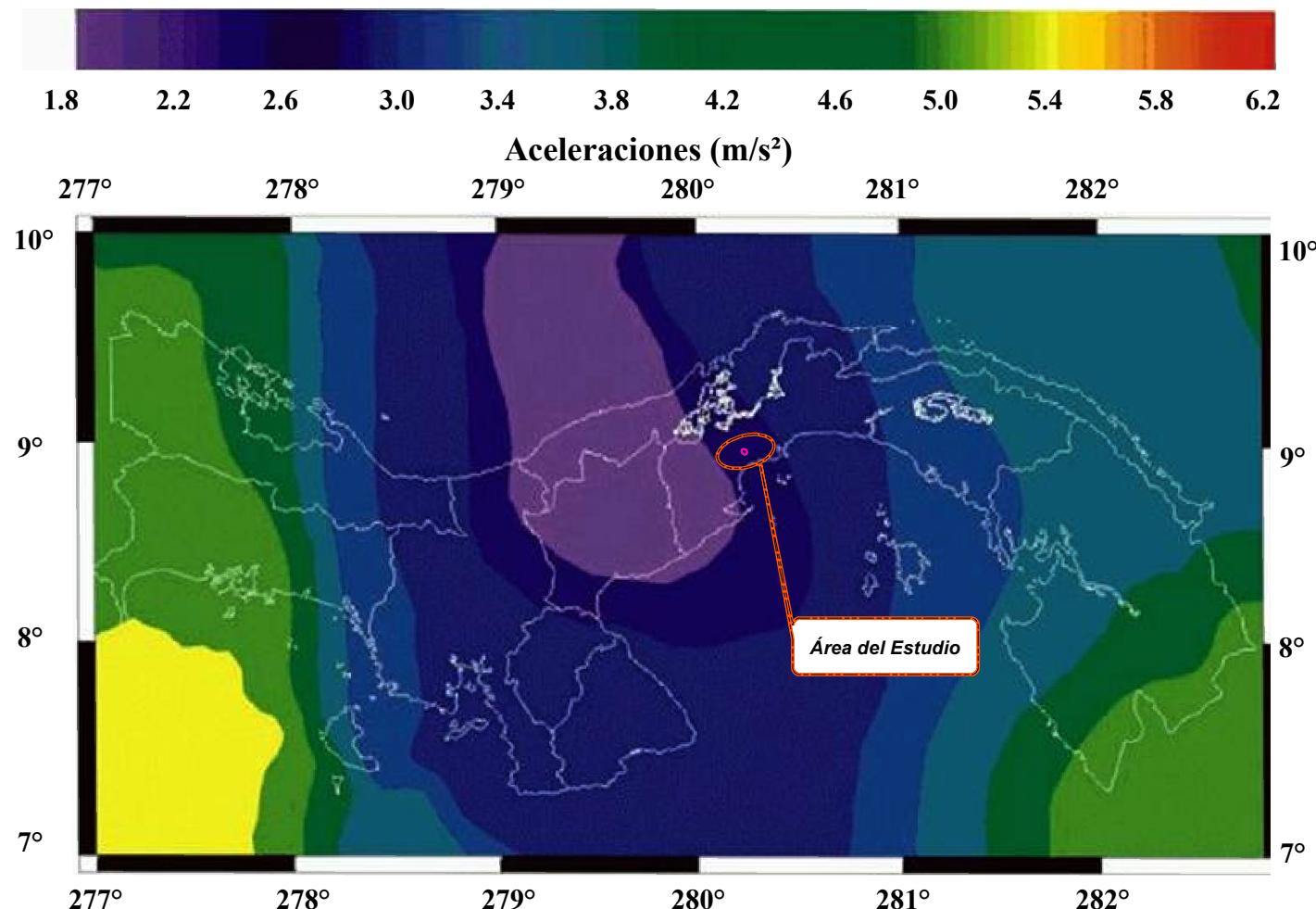
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE

PANAMÁ

Consultor:



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



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - CATEGORÍA II
PATIOS Y TALLERES DE LA
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ



FUENTE:
INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
Red Sismológica Nacional



FIGURA NO. 6-9
AMENAZA SÍSMICA A NIVEL NACIONAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - CATEGORÍA II
PATIOS Y TALLERES DE LA
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

FIGURA N° 6-10

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES
A NIVEL DE CUENCA

LEYENDA

● Lugares Poblados o Barriadas

— Ríos Principales

— Ríos Secundarios y Quebradas

Red Vial

— Principal

— Secundaria

■ Límite de Distritos

■ Límite de Corregimientos

Áreas del Proyecto

■ Área de Influencia Directa

■ Área de Influencia Indirecta

Susceptibilidad a inundaciones por cuencas

■ Moderada

■ Alta

■ Límite de Cuencas Hidrográficas



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

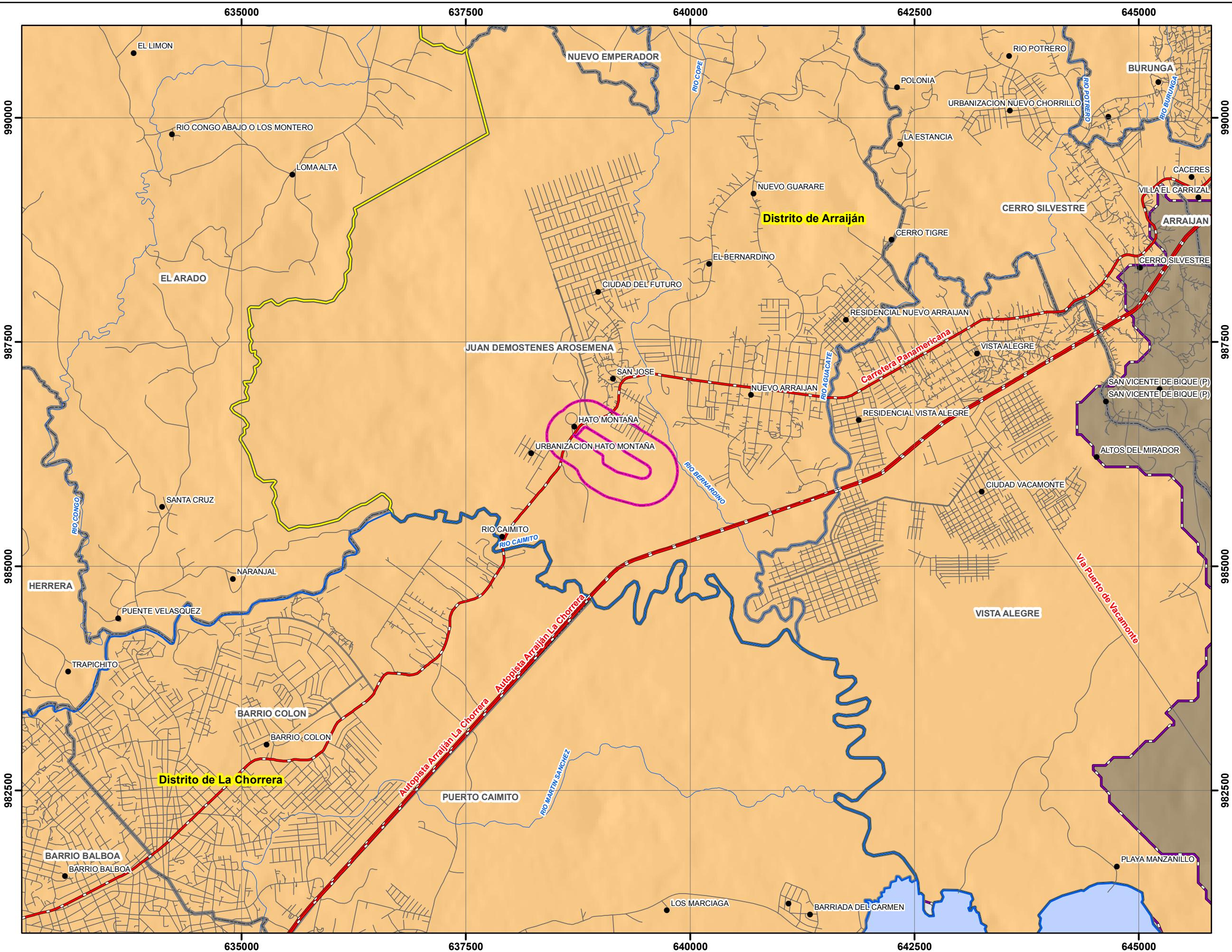
Escala:

1:40,000

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.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL - CATEGORÍA II
PATIOS Y TALLERES DE LA
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

FIGURA N° 6-11

SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS
A NIVEL DE DISTRITOS

LEYENDA

● Lugares Poblados o Barriadas

— Ríos Principales

— Ríos Secundarios y Quebradas

Red Vial

— Principal

— Secundaria

Límite de Distritos

Límite de Corregimientos

Áreas del Proyecto

■ Área de Influencia Directa

■ Área de Influencia Indirecta

Susceptibilidad a deslizamientos por distritos

■ Moderada

■ Alta



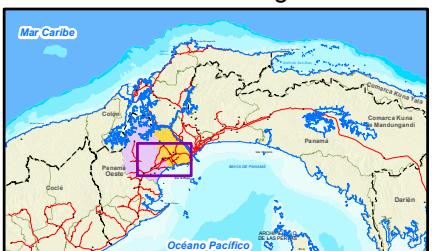
Norte de Cuadrícula U.T.M.
Datum WGS84
Zona 17

Escala:

1:40,000

0 0.4 0.8 1.6 2.4 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:

**METRO
DE PANAMÁ**

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE

PANAMÁ

Consultor: