

6.0 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

El capítulo que se presenta a continuación contiene la información relacionada con los aspectos geológicos, caracterización del suelo, topografía, clima, hidrología, calidad del aire y vulnerabilidad del proyecto frente a amenazas naturales, como son: inundaciones, erosión y deslizamientos. Para su desarrollo se ha tomado en consideración el contenido mínimo establecido en el Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto de 2009.

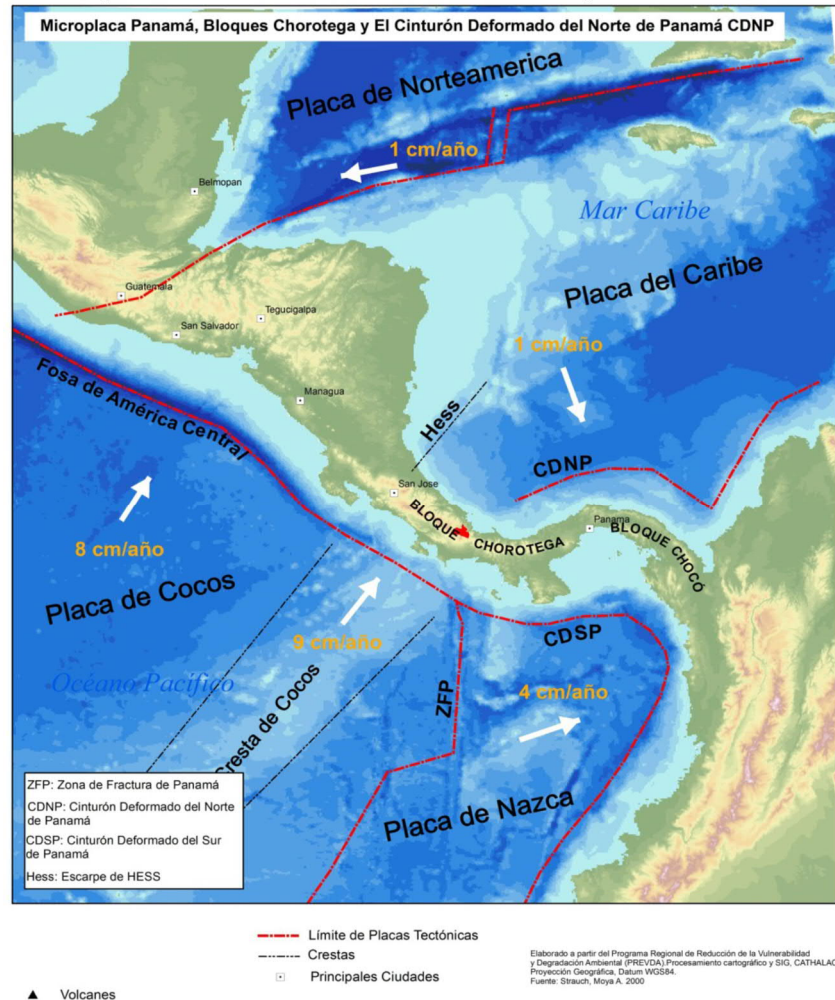
Para la descripción de este capítulo, se requirió tanto de información cualitativa como de datos cuantitativos obtenidos mediante la revisión de fuentes secundarias, toma de muestras y giras de campo llevadas a cabo los días 16 y 19 de abril de 2021.

6.1 Formaciones Geológicas Regionales

El proceso de surgimiento del Istmo de Panamá finalizó hace menos de tres millones de años entre el Plioceno y el Pleistoceno (Jiménez, 2014). Este surgimiento trajo como consecuencia un arco de islas de origen volcánico, que actualmente constituye la cordillera central. Los primeros procesos eruptivos se dieron desde el período Cretácico y corresponden, al volcanismo submarino. Luego, el volcanismo del Terciario, específicamente del Mioceno, ocupa gran parte del territorio del Istmo. Este volcanismo fue de tipo continental, muy explosivo y originó la principal cadena montañosa del país. A esto se le suman los ciclos de sedimentación, desde el período Eoceno hasta el Pleistoceno y los del período actual; conformándose así, la actual configuración geológica y tectónica de Panamá.

El istmo de Panamá está situado sobre una miniplaca tectónica la cual se ha denominado Bloque de Panamá (Figura 6-1). Esta miniplaca se encuentra activa sísmicamente, debido a la colisión de tres grandes placas tectónicas de las cuales está rodeada: la placa Caribe al Norte, la placa de Nazca al Sur y la placa del Coco al Suroeste. Panamá presenta una historia sismo tectónica reciente del Terciario, época en la cual emergen las estructuras que actualmente se conocen.

Figura 6-1
Esquema de Límites de Placas del Bloque de Panamá.



Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 2005.

Hoy día, podemos encontrar dos tendencias que tratan de explicar la compleja geología del istmo de Panamá, a través de diferentes modelos:

La primera propone que Panamá, se está moviendo en dirección Noroeste, alejándose de la zona de convergencia activa del margen continental de Sur América hacia la cuenca de Colombia. El movimiento es el resultado de una compleja interacción, que produce arrugamiento oroclinal de callamiento, de corrimiento lateral izquierdo y subducción (Mann, Corrigan; 1990).

Por su parte, la segunda tendencia se basa en un modelo de subducción activa debajo de la sección occidental de Panamá Este, reconoce dos principales períodos volcánicos: del Mioceno Medio al

Mioceno Superior y el Cuaternario. A cada uno de estos períodos, le corresponden diferentes tipos de proceso de subducción (Boer, Stewart, Blanton; 1991).

En el marco de estos modelos, investigaciones realizadas indican que las rocas consideradas como más antiguas, afloran en áreas restringidas de la región Sur-Occidental de la península de Azuero y de la península de Soná. Se trata de una formación del período Cretácico y corresponden, a un origen de volcanismo: basaltos, posibles espilitas y piritas.

Cronológicamente continúan formaciones, por lo menos en partes sedimentarias, cuyos fósiles, pertenecen exclusivamente a las últimas épocas del Cretácico Superior. En el Este del Canal de Panamá, aumentan progresivamente, lavas y tobas; mientras disminuye el sedimentario aflorante.

Durante el Paleoceno y el Eoceno Inferior, ocurrieron fuertes empujes tectónicos; y el posterior emplazamiento de plutones a lo largo de la cordillera de San Blas, y de la península de Azuero y Soná. Estos acontecimientos produjeron metamorfismos de contacto en rocas del cretácico, con la correspondiente formación de corneanas cruzadas por vetitas y diques ígneos.

El Oligoceno y Mioceno sedimentario, aparecen intercalados por abundantes coladas y piroclástitas. También en dichos períodos, hubo discreta actividad intrusiva con formación de plutones, principalmente en la vertiente Atlántica de la cordillera.

En el Plioceno Sedimentario, aparece en varias regiones, en una pequeña cuenca al Oeste de Colón (formaciones Toro-Chagres) y en el núcleo del sinclinal de la cuenca darienita, conglomerados, areniscas y limonitas. Fue durante este período, donde se inició una nueva época volcánica y se cerró el paso entre los dos océanos (Atlántico y Pacífico), a causa de procesos geológicos que están aún en acción.

6.1.1 Unidades Geológicas Locales

La descripción geológica en la huella del proyecto se desarrolló de acuerdo a la revisión del Mapa Geológico de Panamá escala 1:250.000, publicado por el Ministerio de Comercio e Industrias.

De acuerdo con la información existente, el 100 % del área de influencia directa se encuentra la formación Tucué TM-CATu, del grupo Cañazas, período Terciario; en el área de influencia indirecta del proyecto se identificó la TM-CATu en un 72% aproximadamente, la formación Panamá (Fase Marina) TO-PA en un 15.8%, esta formación forma parte del grupo Panamá del período Terciario; ambas formaciones son de origen volcánico. El porcentaje 12% restante corresponde a agua. La distribución de esta formación geológica se presenta en la Tabla 6-1 y en la Figura 6-2, al final del capítulo.

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

Formación	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
TM-CATu	15.082	100.000	116.539	72.090
TO-PA	0.000	0.000	25.615	15.845
Agua	0.000	0.000	19.505	12.065
TOTAL	15.082	100.000	161.659	100.000

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

6.1.2 Caracterización Geotécnica

No aplica para Estudios de Impacto Ambiental categoría II.

6.2 Geomorfología

No aplica para Estudios de Impacto Ambiental categoría II.

6.3 Caracterización del Suelo

Según el Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos de Panamá elaborado por el IDIAP en 1991, el área del proyecto se ubica dentro del polígono correspondiente a los suelos del tipo Alfisol, caracterizados por tratarse de minerales que presentan un endopedón argílico y un porcentaje de saturación de bases de medio a alto.

La caracterización de los suelos en el área del proyecto Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá, inició con un recorrido en el área de influencia del proyecto en el cual debido a las características observadas, se seleccionó un (1) sitio de muestreo, este sitio se muestra en la Figura 6-3 al final del capítulo. El muestreo fue realizado mediante la toma de muestra en campo con la Barrena Holandesa y posteriormente se envió la muestra para su análisis al laboratorio para determinar la calidad del suelo.

Calidad de los Suelos

En Panamá, la Norma de Calidad Ambiental de Suelos para diversos usos de la ANAM (hoy día Ministerio de Ambiente), indica que la contaminación de los suelos se evalúa a través de la actividad de la deshidrogenasa y el contenido de materia orgánica del suelo, es así como con estos niveles se calcula el Índice de Actividad Microbiana “I.A.M”.

$$\text{I.A.M} = \text{deshidrogenasa} / \text{materia orgánica}$$

Los resultados indican que el I.A.M en el sitio del proyecto se encuentra dentro del rango establecido para suelos no contaminados por la Norma de Calidad de Suelos, la cual establece un rango ente 0.5 y 25.0.

En la Tabla 6-2 se pueden observar los resultados del análisis de suelo, la muestra presenta un pH neutro (7.4) y un porcentaje de materia orgánica de 13.96% (ver reporte de los análisis de laboratorio en Anexo 6-1).

Tabla 6-2
Análisis de Calidad de los Suelos

Muestra	M.O.	pH	Deshidrg.	I.A.M.
	(%)		(mg/g)	
PFS-1	13.96	7.4	7.87	0.564
M.O.: Materia Orgánica, Deshidrg: Actividad Deshidrogenasa, IAM: Índice de Actividad Microbiana				

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc, a partir del reporte de análisis de Ambitek.

6.3.1 Descripción del Uso de Suelo

En cuanto a los usos actuales, los suelos en el área de influencia del Proyecto se identificaron utilizando las imágenes actualizadas del área, el análisis del Sistema de Información Geográfico y mediante verificaciones en campo.

El área de influencia directa del proyecto se encuentra sin vegetación debido a los trabajos de remoción de vegetación y nivelación de los terrenos realizados como parte del proyecto Parque Logístico Vacamonte, al cual se arrendarán los terrenos para la construcción de la planta de prefabricados de la Línea 3 del Metro, tal como se detalla en los capítulos 5 y 7 del presente estudio.

Por otro lado, en el área de influencia indirecta el uso de suelo actual con mayor representatividad corresponde a las áreas de gramíneas con árboles aislados (42.76%). El porcentaje restante es repartido entre Bosque secundario intermedio (17.27%), agua (12.756%), estructura, caminos y cantera.

6.3.2 Deslinde de la Propiedad

El deslinde de la propiedad en el área de influencia directa del proyecto corresponde en su totalidad a terrenos privados que pertenecen al Parque Logístico Vacamonte y que serán arrendados para el establecimiento de la planta de prefabricados. El terreno se ubica dentro de tres (3) fincas, la primera es la número 241331 con una superficie de 42 has +5,821.20 m², la segunda es las No. 417764 con 34 has + 7,770.38 m² y la última corresponde a la finca 1181 con una superficie de 7

has + 6,202.18 m². Dentro del área a desarrollar, no existen estructuras que requieran ser reubicadas para el desarrollo del proyecto.

6.3.3 Capacidad de Uso y Aptitud del Suelo

La capacidad de uso de suelos se define como el potencial que tiene los suelos para ser utilizados en forma sostenida sin afectar su capacidad productiva, en Panamá para la caracterización de la Capacidad de Uso de los suelos se utiliza el Mapa de Capacidad de uso de Suelos de Panamá el cual utiliza el método U.S.D.A. que establece la capacidad sobre la base de parámetros agroecológicos como: Pendiente, Erosión sufrida, Profundidad efectiva, Textura, Pedregosidad, Fertilidad, Salinidad; Toxicidad, Drenaje e Inundabilidad. Con la información de los estudios de suelos existentes y las observaciones de campo para evaluar la erosión sufrida, pedregosidad y drenaje realizados en el levantamiento de la línea base física, se definieron los parámetros edáficos.

Según datos bibliográficos disponibles en el Atlas Ambiental, el 100% suelos en el área de influencia directa del proyecto son de Clase VI, los cuales se caracterizan por presentar pendientes de hasta 35% con una o más limitaciones (muy rocosos, problemas de erosión severos), lo que los hace inadecuados para cultivos y, por lo tanto, restringen su uso. Los suelos con esta clasificación son aptos para la producción forestal, con manejo sustentable como la agroforestería con frutales y café. El área de influencia indirecta en su mayoría presenta suelos de la Clase VI con un 86.9 %, una pequeña parte con 1.06 % de suelos Clase VII caracterizados también por presentar severas limitaciones por lo cual solo se permite el manejo forestal en áreas con cobertura boscosa, siempre y cuando se garantice la conservación del bosque, estos suelos tienen pendientes de hasta 50% y una profundidad menor a 55 centímetros, el porcentaje restante de esta área corresponde a agua. (Ver Figura 6-4, Capacidad agrológica de uso de suelo al final del capítulo). Ver Tabla 6-3.

Tabla 6-3
Capacidad de Uso de los Suelos del Proyecto Planta de Prefabricados de la
Línea 3 del Metro de Panamá

Capacidad de Uso	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
VI	15.082	100.000	140.437	86.872
VII	0.000	0.000	1.717	1.062
Agua	0.000	0.000	19.505	12.066
Total	15.082	100.000	161.659	100.00

Fuente: Generado por URS Holdings, Inc., a partir de la información del Mapa de capacidad agrológica de Panamá.

6.4 Topografía

Para describir la topografía de los suelos en el área de influencia del proyecto, 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 de URS. En general, se puede observar en el área del proyecto una topografía plana con alturas que oscilan hasta los 20 msnm.

6.4.1 Mapa Topográfico

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

6.5 Clima

Las variaciones climáticas generales en Panamá están determinadas por el comportamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que luego sufren ciertas variaciones a nivel local, dependiendo de las características de cada región. La ZCIT se desplaza estacionalmente en dirección Norte-Sur, lo que provoca alteraciones periódicas en la tasa de precipitación, provocando dos épocas bien marcadas. Entre los meses de mayo y noviembre es el período de mayor precipitación (época lluviosa), y entre los meses de diciembre y abril el período de escasas precipitaciones (época seca).

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 Tabla 6-4 a continuación describe los datos de la Estación Hidrometeorológica de referencia para este estudio.

Tabla 6-4
Datos de la Estación Hidrometeorológica

Nº	Nombre	Provincia	Elevación (m)	Coordenadas (UTM)		Tipo de Estación	Parámetros
				Este	Norte		
142-017	Balboa AFAA	Panamá	10	659466	991727	Principal (Tipo A) Automática	Precipitación, temperatura y humedad relativa del aire, evaporación; velocidad y dirección del viento, radiación solar.

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA).

6.5.1 Tipo de Clima

Este proyecto se desarrollará en una zona que según la clasificación de McKay¹, se caracteriza por un Clima Tropical con Estación Seca Prolongada, como se observa en la Figura 6-6 (al final del capítulo). A continuación, se describe este tipo de clima:

Clima Tropical con Estación Seca Prolongada:

Esta clasificación categoría climática es predominante en los sectores Centro-Sur y Sudeste del país y se caracteriza por temperaturas promedio de 27 a 28 °C y un nivel de precipitación anual

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.

inferior a los 2,500 mm. Además, se caracteriza por fuertes vientos durante la época seca, con predominancia de nubes medias y altas, baja humedad relativa y alta evaporación.

6.5.1.1 Precipitación

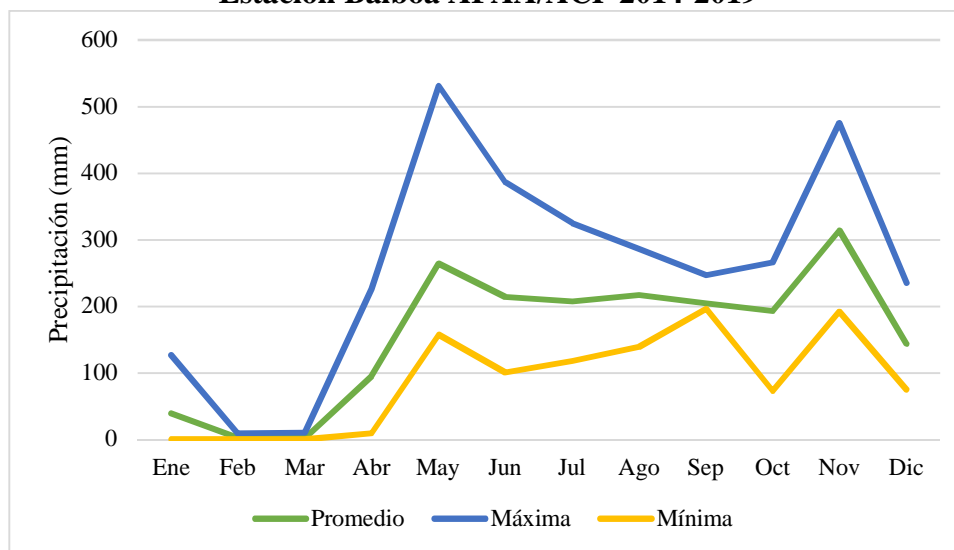
Los datos obtenidos de la Estación Balboa AFAA/ACP, indican que la precipitación anual entre los años 2014 y 2019 varió entre 1,456 mm y 2352 mm, con un promedio de 1,894 mm. Mensualmente se observa que el período de mayor precipitación promedio fue entre mayo y diciembre, donde el valor más alto fue reportado en el mes de noviembre con 314 mm. Por otra parte, los meses entre enero y abril fueron los reportados con el menor promedio de precipitación, siendo marzo el mes donde se reportó el promedio mensual más bajo con solamente 2 mm. Estos resultados son cónsonos con los meses de época seca y lluviosa que caracterizan el clima de la región.

Tabla 6-5
Precipitación Promedio Mensual y Anual (mm).
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Precipitación total anual
2014	59	9	4	9	531	193	267	139	196	139	253	235	2034
2015	27	2	0	40	172	198	167	269	225	266	244	75	1685
2016	19	1	0	18	297	272	180	200	128	249	476	168	2008
2017	2	0	10	57	233	131	118	286	247	73	192	107	1456
2018	127	6	0	220	194	386	325	188	215	231	342	118	2352
2019	0	0	0	226	157	101	184	217	211	200	375	160	1831
Precipitación promedio	39	3	2	95	264	214	207	217	204	193	314	144	1894
Precipitación máxima	127	9	10	226	531	386	325	286	247	266	476	235	2352
Precipitación mínima	0	0	0	9	157	101	118	139	196	73	192	75	1456

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-1
Precipitación Promedio Mensual
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.2 Temperatura

La temperatura promedio anual entre los años 2014-2019 alcanza los 27.2 °C y se observa poca variación en el promedio mensual. La diferencia entre el mes de abril, que fue el mes más caluroso, y el mes de noviembre, considerado el más frío, fue solamente de 2.1 °C, oscilando entre 28.4 y 26.3 °C. Asimismo, se puede observar en los registros que el año 2014 fue el más caluroso, con un promedio anual de 27.7 °C y el año con menor temperatura promedio fue el 2019 con 26.9 °C, lo que indica una baja variabilidad de este parámetro con tan solo una diferencia entre ambos de solo 0.8 °C, como se observa en la Tabla 6-6 y la Gráfica 6-2.

Tabla 6-6
Temperatura Promedio Mensual y Anual (°C).
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

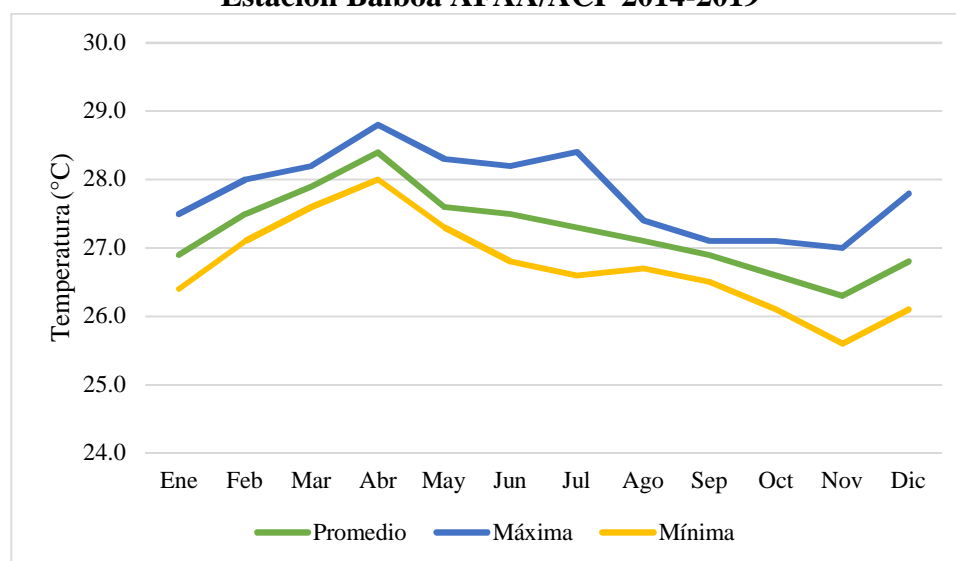
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Temperatura promedio anual
2014	27.5	28.0	28.2	28.8	27.7	27.9	28.4	27.4	27.1	27.1	27.0	27.2	27.7
2015	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	28.2	27.8	27.3	27.1	26.8	26.5	27.8	N/D
2016	27.4	27.9	28.2	28.4	27.5	26.8	26.6	27.1	26.5	26.4	25.6	26.5	27.1

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Temperatura promedio anual
2017	26.5	27.2	27.9	28.0	27.4	26.8	26.9	26.7	26.9	26.8	26.1	26.6	27.0
2018	26.4	27.4	27.7	28.6	28.3	27.9	27.6	27.3	27.0	26.7	26.4	26.1	27.3
2019	26.6	27.1	27.6	28.1	27.3	27.1	26.7	26.7	26.7	26.1	26.3	26.7	26.9
Temperatura promedio	26.9	27.5	27.9	28.4	27.6	27.5	27.3	27.1	26.9	26.6	26.3	26.8	27.2
Temperatura máxima	27.5	28.0	28.2	28.8	28.3	28.2	28.4	27.4	27.1	27.1	27.0	27.8	27.7
Temperatura mínima	26.4	27.1	27.6	28.0	27.3	26.8	26.6	26.7	26.5	26.1	25.6	26.1	26.9

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-2
Temperatura Mensual (°C).
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.3 Humedad Relativa

La humedad relativa registró un promedio anual de 80.2 %. Mensualmente el promedio osciló entre 69.7 % en febrero y 86.9 % en el mes de septiembre, estas oscilaciones están relacionadas de alguna manera con los cambios entre ambas épocas (lluviosa y seca). En la época seca los valores de este parámetro no superaron el 74.1%, en cambio en la época lluviosa se mantiene por encima del 82.0%. (Ver Tabla 6-7 y Gráfica 6-3).

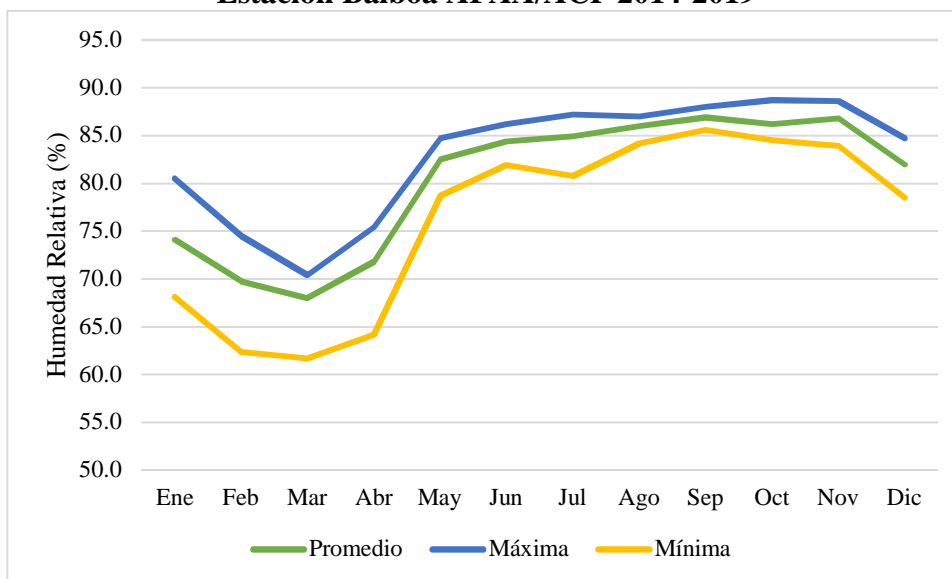
Tabla 6-7
Humedad relativa promedio mensual y anual (%)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Temperatura promedio anual
2014	68.1	62.4	61.7	64.2	78.7	83.7	80.8	84.2	86.4	85.2	83.9	82.2	76.8
2015	N/D	N/D	69.6	N/D	N/D	81.9	82.8	86.1	87.9	88.7	88.6	82.8	N/D
2016	74.9	70.5	70.4	72.3	84.7	86.2	87.2	85.9	86.9	86.7	87.9	82.9	81.4
2017	73.9	71.0	69.6	74.7	83.7	84.6	85.5	86.0	85.6	84.5	85.8	81.1	80.5
2018	80.5	74.5	68.6	75.4	83.6	85.7	86.8	87.0	88.0	85.4	87.5	78.5	81.8
2019	73.1	70.1	67.9	72.2	81.9	84.6	86.5	86.8	86.4	86.6	87.3	84.7	80.7
Humedad promedio	74.1	69.7	68.0	71.8	82.5	84.4	84.9	86.0	86.9	86.2	86.8	82.0	80.2
Humedad máxima	80.5	74.5	70.4	75.4	84.7	86.2	87.2	87.0	88.0	88.7	88.6	84.7	81.8
Humedad mínima	68.1	62.4	61.7	64.2	78.7	81.9	80.8	84.2	85.6	84.5	83.9	78.5	76.8

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-3
Humedad relativa promedio mensual y anual (%)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.4 Velocidad y Dirección del Viento

Los registros de la estación de referencia indican que, durante el año, la velocidad promedio del viento en el periodo 2014-2019 osciló entre 6.2 km/h en el mes de noviembre y 12.0 km/h durante en el mes de marzo, tal y como se observa en la Tabla 6.8 y Gráfica 6-4. Según la escala de Beaufort, se consideran brisas entre muy débiles a moderadas. Entre los meses de enero a abril (época seca) se registraron valores que oscilaron entre 9.6-12.0 km/h, este panorama se reduce durante la temporada lluviosa con velocidades entre 6.2 y 8.0 km/h.

Tabla 6-8
Velocidad Promedio Mensual y Anual (km/h)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

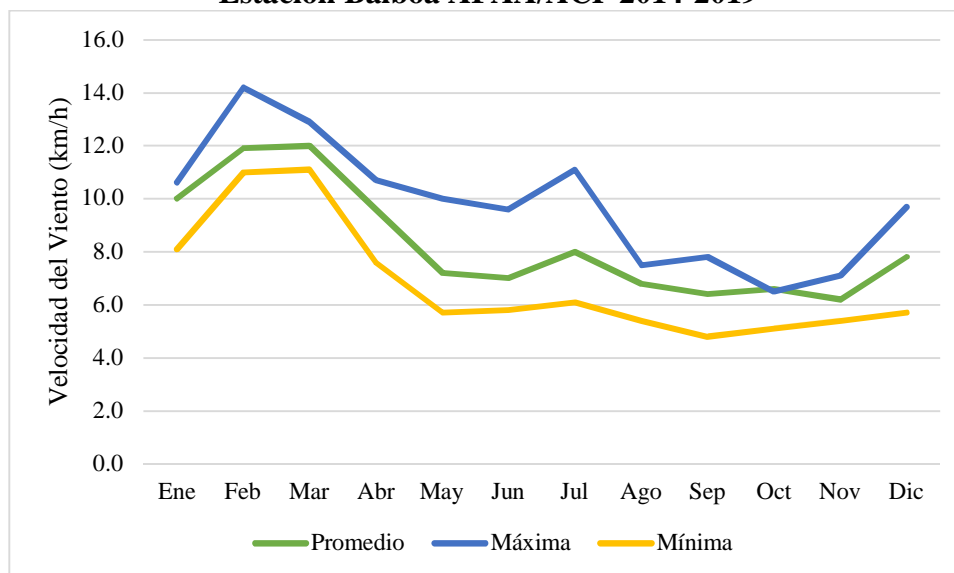
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Velocidad promedio anual
2014	10.1	11.8	11.1	10.5	5.9	7.0	8.1	6.2	4.8	6.5	6.0	7.6	8.0
2015	N/D	N/D	12.9	10.7	10.0	9.6	11.1	9.6	7.8	7.0	7.1	9.7	N/D
2016	11.2	14.2	12.5	10.7	8.1	6.8	8.0	7.5	7.4	7.1	6.7	7.5	9.0

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Velocidad promedio anual
2017	10.1	11.4	11.7	9.4	7.4	6.6	7.8	5.5	6.6	7.7	6.0	8.0	8.2
2018	8.1	11.3	12.5	7.6	5.7	5.8	6.6	6.5	5.7	6.2	6.1	8.4	7.6
2019	10.6	11.0	11.4	8.9	6.0	6.3	6.1	5.4	5.8	5.1	5.4	5.7	7.3
Velocidad promedio	10.0	11.9	12.0	9.6	7.2	7.0	8.0	6.8	6.4	6.6	6.2	7.8	8.0
Velocidad máxima	10.6	14.2	12.9	10.7	10	9.6	11.1	7.5	7.8	6.5	7.1	9.7	9.0
Velocidad mínima	8.1	11.0	11.1	7.6	5.7	5.8	6.1	5.4	4.8	5.1	5.4	5.7	7.3

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

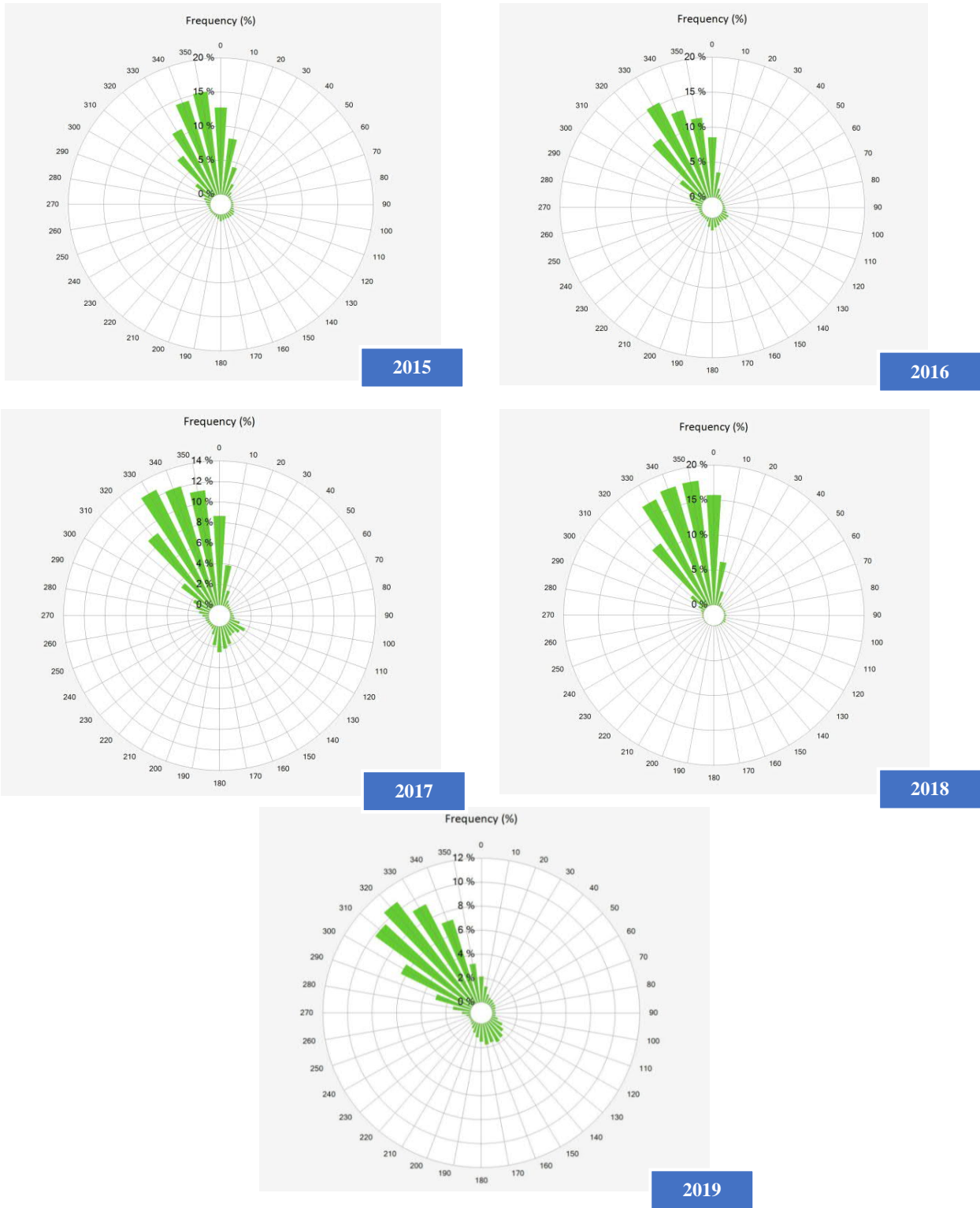
Gráfica 6-4
Velocidad del Viento Promedio Mensual (km/h)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

En cuanto a la **dirección del viento**, durante la mayor parte del año los vientos tienen una dirección predominante de Noroeste, como se muestra en la siguiente figura (Ver Figura 6-7).

Figura 6-7
Informe “Rosa de los Vientos” - Estación Balboa AFAA/ACP 2015-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.5 Radiación Solar

Los datos del promedio anual de la radiación solar alcanzan los 179 W/m². Al realizar las comparaciones promedio mensuales a lo largo del año, se observa que existe un período de mayor radiación entre los meses de enero a marzo, donde los valores varían entre 206 y 242 W/m², siendo el mes de febrero el mes con mayor radiación solar. Ver Tabla 6-9. Entre los meses de abril y diciembre la radiación varía con un rango de menor intensidad con valores entre 149 y 199 W/m², siendo el mes de junio en el que menor radiación solar se reportó con un valor de 149 W/m². Ver Gráfica 6-5.

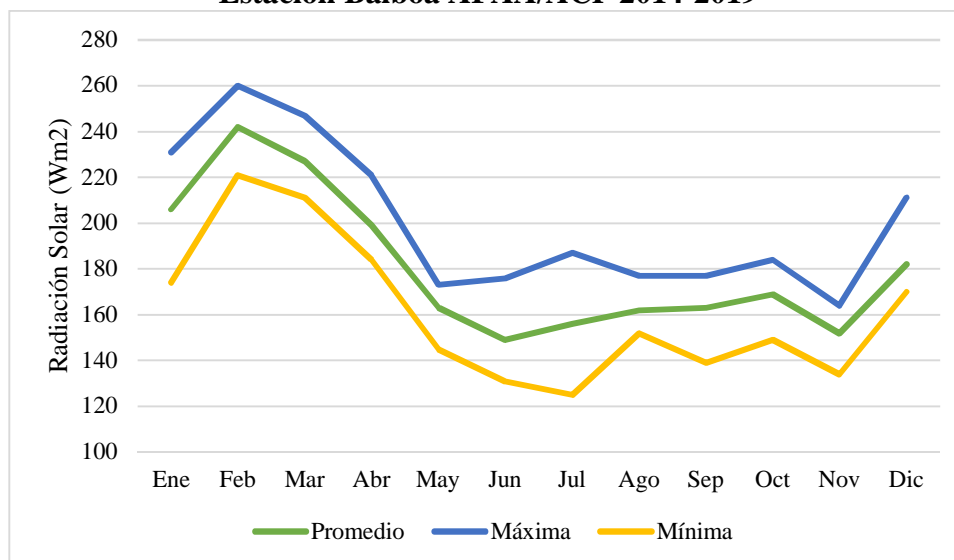
Tabla 6-9
Radiación Solar Mensual Promedio (W/m²)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Intensidad promedio anual
2014	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2015	N/D	N/D	215	195	168	176	177	162	160	163	149	176	174
2016	208	221	211	203	145	131	125	152	166	168	134	170	169
2017	212	250	234	184	160	135	131	167	139	149	163	179	175
2018	174	260	230	193	173	148	159	154	174	180	152	211	184
2019	231	239	247	221	168	157	187	177	177	184	164	174	194
Radiación promedio	206	242	227	199	163	149	156	162	163	169	152	182	179
Radiación máxima	231	260	247	221	173	176	187	177	177	184	164	211	194
Radiación mínima	174	221	211	184	145	131	125	152	139	149	134	170	169

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc., con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-5
Radiación Solar Mensual Promedio (W/m²)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.5.1.6 Evaporación

En los registros que se muestran en la Tabla 6-10, se observa que la evaporación promedio anual registrada en el periodo 2014-2019 fue de 1,756 mm, variando entre 1,627 y 1,906 mm. Los meses de enero a abril (época seca) fueron el periodo de mayor evaporación promedio (179 -231 mm) siendo marzo el mes que mayor valor alcanzó; estos resultados son propios de la época. El periodo de menor evaporación promedio se extiende desde mayo a diciembre (101-132 mm), reportando el valor más bajo en el mes de septiembre. Ver Gráfica 6-6.

Tabla 6-10
Evaporación Mensual (mm)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019

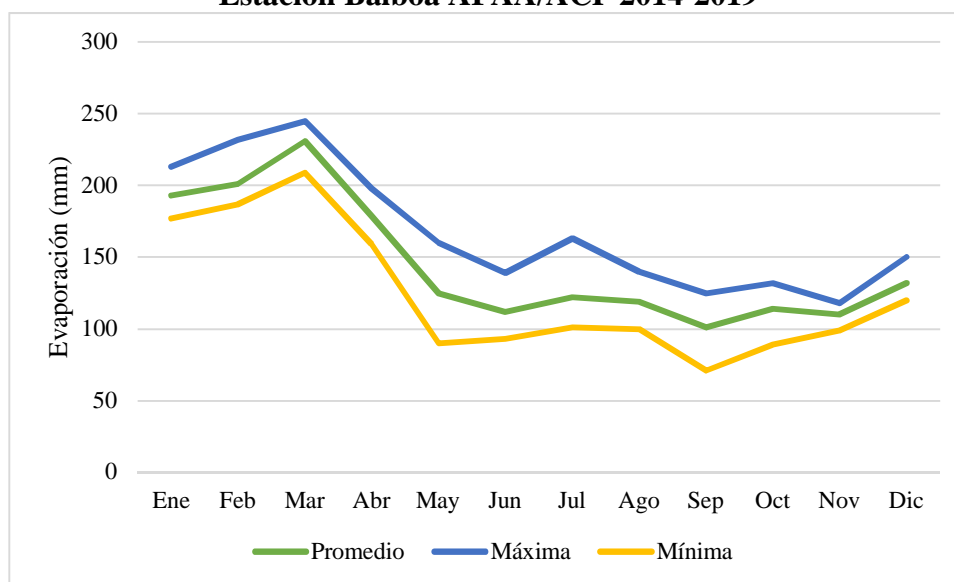
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Evaporación promedio anual
2014	177	187	228	197	146	107	163	121	125	126	117	120	1815
2015	195	192	244	184	160	139	150	129	115	132	116	150	1906
2016	213	232	236	198	90	119	113	140	96	116	118	130	1799

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Evaporación promedio anual
2017	185	200	209	161	117	107	101	N/D	104	112	N/D	N/D	N/D
2018	185	199	223	159	116	107	101	102	98	108	99	130	1627
2019	201	196	245	178	122	93	102	100	71	89	103	133	1633
Evaporación promedio	193	201	231	179	125	112	122	119	101	114	110	132	1756
Evaporación máxima	213	232	245	198	160	139	163	140	125	132	118	150	1906
Evaporación mínima	177	187	209	159	90	93	101	100	71	89	99	120	1627

N/D: datos no disponibles

Fuente: URS Holdings, Inc con datos de la Autoridad del Canal de Panamá, 2021

Gráfica 6-6
Evaporación Mensual (mm)
Estación Balboa AFAA/ACP 2014-2019



Fuente: Autoridad del Canal de Panamá, 2021

6.6 Hidrología

En esta sección se resumen las características hidrológicas más importantes del área del estudio como: la cuenca hidrográfica donde se ubica el Proyecto, la descripción de las fuentes de agua superficiales, su calidad de agua, información de aguas subterráneas y la caracterización del acuífero.

El proyecto se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica No. 142 denominada Ríos entre el Caimito y el Juan Díaz. Esta cuenca forma parte de la vertiente del Pacífico, y se ubica en la provincia de Panamá y Panamá Oeste en las siguientes coordenadas 8°50' y 9° 05' de Latitud Norte y 79°30' y 79°40' de Longitud Occidental. Esta cuenca hidrográfica ocupa una superficie de 383 km², limita al norte con la cuenca del río Chagres, al sur con la Bahía de Panamá, al este con la cuenca del río Juan Díaz y al oeste con la cuenca del río Caimito. Su principal cuerpo de agua es el río Matasnillo, pero el mismo se encuentra fuera del área de influencia del proyecto.

La elevación promedio de la cuenca es de 67 m.s.n.m. y el punto más alto se encuentra al suroeste de la cuenca a una altura máxima de 507 m.s.n.m., la cuenca tiene una precipitación promedio anual de 2,122 mm; el 86% de la lluvia ocurre entre los meses de mayo y noviembre.

6.6.1 Calidad de las Aguas Superficiales

Para conocer la calidad del agua del cuerpo de agua localizado en el área del proyecto, se tomaron dos (2) muestras de agua (Ver Tabla 6-11), para determinar la concentración de parámetros tales como: aceites y grasas, coliformes totales, demanda bioquímica de oxígeno, hidrocarburos totales de petróleo, sólidos totales, sólidos suspendidos. Adicionalmente se realizaron mediciones en campo para conocer los parámetros de pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura y salinidad (Ver Tabla 6-12).

En la Tabla 6-13 se pueden observar los resultados de los análisis de laboratorio realizados en las dos (2) muestras de aguas superficiales tomadas en diversos puntos del cuerpo de agua identificado. En el Anexo 6-1 se presentan los resultados de los análisis de laboratorio.

Tabla 6-11
Identificación de los Sitios de Muestreo de agua

Muestra	Coordenadas	
	X	Y
PFW-1	645474	982433
PFW-2	645678	982318

Fuente: Información del SIG de URS Holdings, Inc.

Tabla 6-12
Resultados de los Parámetros medidos en campo

Muestra	Parámetros Medidos en Campo				
	pH	Conductividad (mS/cm)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	Salinidad (%)
PFW-1	7.89	0.356	6.19	27.4	0.01
PFW-2	8.70	0.394	3.41	27.4	0.01

*Norma Decreto Ejecutivo No.75 de 4 de junio de 2008

Fuente: URS, Datos medidos en campo –Horiba.

Los valores reportados para el pH fueron mayores de 7.0 (7.89 y 8.70) en los sitios muestreados, mostrando que el cuerpo de agua posee condiciones alcalinas. Ambos resultados se encuentran fuera de rango, ya que el valor establecido como favorable se sitúa entre 6.0 – 7.2.

El Oxígeno Disuelto reportó valores de 6.19 y 3.41 en los sitios PFW-1 y PFW-2 respectivamente. Los resultados de temperatura fueron igual en ambos sitios de muestreo con un valor de 27.4 °C.

Tabla 6-13
Resultados de los Análisis de Calidad de Aguas

Muestra	Aceites y Grasas (mg/L)	Col. Totales NMP/100 mL	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) (mg O ₂ /L)	Sólidos Totales (mg/L)	Turbiedad (NTU)
PFW-1	< 10	> 24 196	<2	230	6.6
PFW-2	< 10	24 196	4.5	263	22
Anteproyecto de Norma de Calidad de las Aguas Naturales (Aguas Tipo 3C*)	< 20	—	< 10	—	< 100 (época seca)

*Aguas tipo 3C, destinadas a armonía paisajística, consumo humano con tratamiento avanzado, riego de vegetales no consumibles, generación de energía y navegación.

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc, a partir del reporte de análisis de Ambitek.

En general las aguas superficiales del curso de agua que atraviesa el polígono del área del proyecto de la Planta de Prefabricados para la Línea 3 del Metro de Panamá, reflejan valores de <10 mg/L los cuales se encuentran por debajo de los valores permitidos por la norma de referencia para los aceites y grasas (< 20 mg/L); así como, niveles de demanda bioquímica de oxígeno (entre <2 y 4.5 mg O_2 /L) que se presentan dentro los valores permitidos (< 10 mg O_2 /L) por esta misma norma. La turbiedad se mantuvo dentro de los valores permitidos por la norma para la estación seca en ambos puntos de muestreo (< 100 NTU). Finalmente, los altos valores de coliformes totales son un indicativo de que este curso de agua se encuentra bastante intervenido como es de esperar en zonas que han sido urbanizadas o que cuentan con comercios e industrias en su entorno.

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

No aplica. El cuerpo de agua identificado dentro del área del proyecto es de baja representatividad. Actualmente, se desarrollan los trabajos correspondientes a la construcción del Parque Logístico Vacamonte, los cuales consideran, la modificación del trazado natural del terreno.

6.6.1.b Corrientes, Mareas y Oleajes

El área de influencia del proyecto Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá no colinda con la Bahía Bique, por lo tanto, no se presenta información sobre corrientes, mareas y oleajes.

6.6.2 Aguas Subterráneas

De acuerdo con la información existente en el Mapa Hidrogeológico de Panamá, el 100 % del área de influencia directa del proyecto corresponde a zonas de acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, conformados por una mezcla de rocas volcánicas, las lavas son masivas y los aglomerados se encuentran compactos (B1b). El área de influencia indirecta comprende 72 % de la misma categoría hidrológica de la definida anteriormente, un 16% de acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas (B1a), conformados por una mezcla de rocas volcánicas

fragmentarias consolidadas y poco consolidadas; el porcentaje restante corresponde a agua. Ver Tabla 6-14.

Los pozos más productivos se localizan en zonas fracturadas y la calidad química de las aguas es generalmente buena. En la Figura 6-8, al final del capítulo se observan las categorías hidrogeológicas del área.

Tabla 6-14
Formaciones Geológicas en el Área de Influencia en la Huella del Proyecto

Categoría Hidrogeológica	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
B1a	0.000	0.000	25.615	15.845
B1b	15.082	100.000	116.539	72.090
Agua	0.000	0.000	19.505	12.065
Total	15.082	100.000	161.659	100.000

Elaborado por URS Holdings, Inc.

6.6.2.a Identificación del Acuífero

Esta sección no aplica para Estudios de Impacto Ambiental categoría II.

6.7 Calidad del Aire

Las actividades que se desarrollan en la zona donde se construirá el proyecto son de tipo industrial-logístico. Adicionalmente el proyecto se encuentra cerca a la vía hacia el Puerto de Vacamonte la cual presenta un importante flujo vehicular, principalmente en horas de operación del puerto, como resultado de esta realidad es de esperarse que una de las principales fuentes de contaminación del aire sea de emisiones vehiculares.

Para conocer la situación actual de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto se seleccionó un (1) punto de muestreo (Ver Tabla 6-15) en donde fue instalado el equipo, los datos de la medición se presentan en la Tabla 6-16 y el Anexo 6-2.

Tabla 6-15
Ubicación de los Puntos de Medición de Calidad del Aire

Punto	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
PFA	645529	983046

PFA: Planta de Fabricados Aire

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

En la Figura 6-3 al final del capítulo, se muestra el sitio donde fue ubicado el punto de medición.

En la Tabla 6-16, se presenta el resumen de los valores obtenidos donde se comparan 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).

Tabla 6-16
Resultados de las Mediciones de Calidad del Aire

Punto	Promedios Intervalos de 1 hora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Promedio para 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		En 8 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	NO ₂	NO ₂	PM ₁₀	CO
PFA	47.28 - 211.00	147.61	10.77	0.17
Anteproyecto de Norma	---	150	150	10,000
Organización Mundial de la Salud	200	---	50	----

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

Análisis de los resultados de Dióxido de Nitrógeno (NO₂):

El promedio de 24 horas de NO₂ (147.61 µg/m³) se encuentra, por debajo de lo indicado en el anteproyecto de norma (150 µg/m³). En el caso de las guías de la OMS los promedios reportados por hora se mantuvieron entre el rango de 47.28 a 211.00 (µg/m³), por lo que el valor máximo se encuentra por encima del máximo establecido en este documento de referencia.

Análisis de los resultados de Partículas menores de 10 micras (PM₁₀):

Se observa que la medición cumple tanto con el valor indicado tanto en el Anteproyecto de Norma como con el valor guía de la OMS.

Análisis de los Resultados de Monóxido de Carbono (CO):

El resultado de Monóxido de Carbono (CO) reportó un valor muy por debajo del valor norma indicado en el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire de Panamá el cual es 10,000 µg/m³ en 8 horas.

6.7.1 Ruido

Los niveles de ruido ambiental fueron caracterizados mediciones en tres (3) puntos todos situados en receptores sensibles cerca al área donde se desarrollarán las actividades de construcción. Estos receptores son aquellas actividades que podrían estar sujetas a efectos significativos debido al ruido como por ejemplo residencias y oficinas. En el Anexo 6-3 se presentan los resultados de campo obtenidos. Los puntos en donde fueron realizados los monitoreos se presentan en la tabla a continuación. Ver Tabla 6-17 y en la Figura 6-3 de Sitios de Monitoreo.

Tabla 6-17
Ubicación de los Puntos de Medición de Ruido Ambiental

Punto	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
PFR-1	645902	983191

Punto	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
PFR-2	645862	982653
PFR-3	646014	982355

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

En el Anexo 6-3 se ubica un registro fotográfico del proceso de medición de ruido.

Las condiciones climáticas las mediciones fueron constantes, con ausencia de lluvia y altas temperaturas. Las condiciones atmosféricas registradas durante las mediciones se muestran en la siguiente Tabla 6-18.

Tabla 6-18
Condiciones Climáticas en los Sitios de Medición de Ruido

Sitio de Monitoreo	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Velocidad del Viento (km/h)
PFR-1	56.2	32.5	3.0
PFR-2	52.1	33.7	3.1
PFR-3	46.3	34.4	1.6

Fuente: URS Holdings, Inc.

Tabla 6-19
Niveles de Ruido Ambiental Obtenidos en Periodo Diurno

Sitio de Monitoreo	Leq dB(A)	Lmin dB(A)	Lmax dB(A)	Decreto Ejecutivo No. 1* (dBA)
PFR-1	62.8	38.3	86.5	60
PFR-2	69.0	39.8	102.4	
PFR-3	73.0	48.7	101.1	

Fuente: URS Holdings, Inc.

En las mediciones realizadas el nivel de ruido equivalente reportó valores por encima de la norma de referencia que indica como valor máximo 60 dB(A) en horario diurno. El resultado más alto fue el del sitio PFR-3 con un valor de 73.0 dB(A). Estos niveles pueden estar asociados al paso de vehículos y movimiento de equipo pesado. (Tabla 6-19).

6.7.1.a Vibraciones

Las vibraciones fueron medidas el día 19 de abril de 2021, en tres (3) sitios cuyas coordenadas se presentan en la Tabla 6-20. En la Figura 6-3, se muestra la ubicación de los sitios. Asimismo, en el Anexo 6-7 se presentan los formularios de campo, el informe con los resultados generados por el equipo y su certificado de calibración.

Tabla 6-20
Ubicación de los Puntos de Medición de Vibraciones Ambientales

Punto	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
PFV-1	645902	983191
PFV-2	645862	982653
PFV-3	646014	982355

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

Los resultados obtenidos durante las mediciones están relacionados con el paso de vehículos y equipo pesado. Las vibraciones existentes en el sitio se dispersan principalmente por el eje vertical con una Velocidad Pico de Partículas (VPP) con valores entre 0.127-0.413 mm/s. Estos resultados se encuentran muy por debajo del límite establecido en la norma de referencia por lo que se puede determinar que las vibraciones ambientales no están afectando las estructuras existentes.

Tabla 6-21
Resultados de las Mediciones de Vibraciones Ambientales

Punto de Medición	Eje de Medición-Receptor	Velocidad Pico de Partículas (VPP) (mm/s) / Frecuencia (Hz)		Límite Anteproyecto de Norma de Vibraciones Ambientales de Panamá VPP (mm/s)
		mm/s	Hz	
PFV-1	Eje Transversal	0.079	64	50 mm/s
	Eje Vertical	0.175	22	

Punto de Medición	Eje de Medición-Receptor	Velocidad Pico de Partículas (VPP) (mm/s) / Frecuencia (Hz)		Límite Anteproyecto de Norma de Vibraciones Ambientales de Panamá VPP (mm/s)
		mm/s	Hz	
PFV-2	Eje Longitudinal	0.111	73	
	Eje Transversal	0.190	10	
	Eje Vertical	0.413	14	
	Eje Longitudinal	0.159	20	
PFV-3	Eje Transversal	0.079	21	
	Eje Vertical	0.127	8.7	
	Eje Longitudinal	0.079	39	

Se resalta el eje en el cual se registró la mayor velocidad de partículas.

Fuente: mediciones de campo realizadas por URS Holdings, Inc. 2020.

6.7.2 Olores

El olor se define 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.

En recorridos correspondientes a las actividades de levantamiento de línea base se realizó la caracterización de los olores percibidos en el área del proyecto y en su entorno inmediato, mediante inspecciones de reconocimiento para identificar las fuentes de olor.

Durante esta identificación el único olor percibido fue a tierra removida, debido a las actividades de movimiento de tierras que se realizaban en el sitio.

² OMS, 1994.

6.8 Antecedentes sobre Vulnerabilidad frente a Amenazas Naturales

Se denomina amenaza o riesgo natural a la posibilidad de que se produzca un daño o catástrofe en el ambiente por causa de un fenómeno natural. Entre las amenazas naturales analizadas en la presente sección se incluyen los sismos, las inundaciones, la erosión y deslizamientos.

Por su posición geográfica, 7° a 10° Latitud Norte y 77° y 83° Longitud Oeste, Panamá está sujeta a la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), Ondas del Este, tormentas tropicales, efectos secundarios de los huracanes y una intensa actividad convectiva de origen local. Estos fenómenos son típicos de la región tropical y se presentan con mucha frecuencia, más de una vez al año, y afectan diferentes áreas en todo el territorio nacional.

Otra amenaza derivada de las condiciones antes indicadas las que constituyen las precipitaciones continuas, moderadas o fuertes, que se producen por efecto de los frentes fríos que logran incursionar hacia el área de Centroamérica. Esta actividad generalmente afecta la vertiente del Atlántico que ocupa el 30% del territorio Nacional (longitud media de los ríos de 56 km y pendiente media de 2.5%) y la porción alta de algunas Cuencas del Pacífico (la vertiente del Pacífico ocupa el 70% del territorio nacional con longitud media de los ríos de 106 km y pendiente media de 2.27%).

La mayoría de los fenómenos observados están acompañados de vientos fuertes (40 a 50 km por hora) y temporales fuertes (75 a 88 km por hora) que afectan muchas viviendas y/o cultivos, y dan origen a inundaciones, deslizamientos de tierra en zonas con características geológicas favorables y en sitios donde la inestabilidad de los taludes es producto de la acción del hombre.

En cuanto a vientos huracanados, se puede indicar que, debido a la privilegiada posición geográfica de Panamá que la ubica debajo de la zona de huracanes, el Istmo no sufre los embates de los huracanes del Caribe, que son comunes. Sin embargo, en los últimos años, los riesgos meteorológicos han tenido cierta incidencia en el país; tal es el caso de los Huracanes Eta e Iota (noviembre, 2020) que al pasar por el Caribe afectó viviendas, cultivos puentes y vías de acceso,

produciendo cuantiosos daños a la economía, en bienes e infraestructuras; además de pérdidas humanas.

En la Figura 6-9 (al final del capítulo) se puede observar que el área de influencia directa del proyecto se encuentra dentro de la zona marino costera vulnerable al cambio climático.

6.8.1 Riesgo Sísmico/Sismicidad

El Centro de Investigaciones Geofísicas y la Red Sismológica Nacional de Costa Rica (Fernández 2001), señalan que todos los países de América Central han experimentado el efecto de un tsunami. La mayoría de los pueblos costeros han sido golpeados por tsunamis locales y algunos de ellos por más de tres. Los tsunamis más grandes de América Central han ocurrido en las costas del Pacífico. Cerca de 37 tsunamis han golpeado esta costa desde 1539 hasta el presente. En Panamá, los tsunamis son escasos, pero a pesar de ello en las costas del Pacífico panameño se han dado seis (6) eventos de tsunami, siendo el primero en 1906 y el último en 1976 en la Provincia de Darién. El tsunami más cercano al área del Proyecto, que se ha registrado fue en la entrada Pacífica del Canal, en el año 1916, el mismo provocó un leve cambio del nivel del mar en dicha zona.

El Mapa Mundial de Riesgos de Tsunamis (Figura No. 6-10), registra las costas del Pacífico de Panamá como zonas de alto riesgo. De acuerdo, a este mapa, para un Periodo de Retorno de 100 años, se estima una altura de oleajes entre 6 y 7 metros lo que representa un riesgo considerable, para lo cual se deben establecer medidas de contingencia adecuadas asociadas a sistemas de alerta temprana y planes de evacuación.

Figura 6-10
Mapa de Riesgo de Tsunamis a Nivel Mundial



Fuente: International Strategy for Disaster Reduction

La sismicidad en esta zona es baja, por lo que el sector donde se ubica el proyecto no es considerado como sitio de riesgo sísmico. Según el Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá, el sector es considerado de bajo riesgo sísmico con una aceleración entre 2.6 y 2.8 m/s² en una escala que llega hasta 6.2 m/s² (Figura 6-11, al final del capítulo).

6.9 Identificación de Sitios Propensos a Inundaciones

El concepto de inundaciones se entiende como aquellos eventos que se presentan en zonas aledañas a los cauces de las corrientes naturales y que ocurren por causa de desbordamiento de las mismas. A nivel nacional, el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), es el ente encargado de ayudar a proteger a la población de los daños ocasionados por desastres de cualquier origen; el cual ha estado trabajando en conjunto con diferentes estamentos estatales y asociaciones no gubernamentales en la planificación de acciones de prevención encaminadas a reducir las afectaciones producidas por las inundaciones en diferentes lugares a nivel nacional.

De acuerdo con el análisis de datos históricos y estadísticos e información recabada en las comunidades presentado en el Atlas Ambiental de la República de Panamá del año 2010, se presentan los resultados donde se obtuvo la susceptibilidad a inundaciones con respecto a las cuencas hidrográficas a nivel nacional. Donde se puede observar en la Figura 6-12 (al final del

capítulo) que la cuenca No. 142 de los ríos entre el Caimito y el Juan Díaz, dentro de la cual se localiza el área del proyecto, alcanzó una susceptibilidad de inundación de nivel Alto.

En la Tabla 6-22 se presentan las categorías de vulnerabilidad a inundaciones en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Tabla 6-22
Vulnerabilidad a Inundaciones

Capacidad de Uso	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Superficie (ha)	Porcentaje	Superficie (ha)	Porcentaje
Alto	15.082	100.000	140.029	86.620
Moderado	0.000	0.000	2.125	1.314
Agua	0.000	0.000	19.505	12.066
Total	15.082	100.000	161.659	100.00

Fuente: Generado por URS Holdings, Inc.

Como se observa en la tabla la totalidad del área de influencia directa del proyecto presenta una alta vulnerabilidad a inundaciones. En el área de influencia indirecta presenta un porcentaje de 87% de vulnerabilidad alta, 1.3% moderada y el porcentaje restante corresponde a agua.

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 erosione 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, colmatar lagos y afectar ecosistemas sensibles aguas abajo de su fuente.

Los períodos de intensa y prolongada precipitación en la época lluviosa han inducido a través de la historia deslizamientos importantes en la República de Panamá, causando la pérdida de vidas humanas, destrucción de viviendas, carreteras y otras infraestructuras; así como, daños irreparables al ambiente.

La Figura 6-13 (al final del capítulo), presenta el resultado de un análisis de susceptibilidad a deslizamientos a nivel de distritos (Atlas Ambiental, 2010), en la cual se puede observar que, en el distrito de Arraiján, donde se ubica el proyecto, la susceptibilidad a deslizamientos es Muy Alta. Sin embargo, la baja pendiente existente en el área del proyecto, así como la intervención y compactación existente en el entorno, reducen considerablemente la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en dicha área.

Aunado a lo anterior, en las últimas décadas la zona costera de Panamá se ha modificado y urbanizado intensamente, lo que las hace aún más vulnerables a un aumento en el nivel del mar. Por sus características físico/naturales y los hechos humanos que en ellas concurren, son altamente vulnerables a los impactos adversos de los fenómenos climáticos, no solo en la dirección que señala el ascenso acelerado del nivel del mar, sino también por los impactos sobre los recursos hídricos, las actividades agropecuarias, ecoturísticas y los asentamientos humanos.

Sobre la base de estudios realizados sobre la vulnerabilidad de las zonas costeras al cambio climático, según la metodología descrita por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), se han identificado ocho zonas donde se observan los efectos del aumento acelerado del nivel del mar, el cual provocaría inundaciones, erosión, crecidas y marejadas, de acuerdo con los escenarios previstos para Panamá.

Estas zonas fueron seleccionadas según los siguientes criterios:

- Características topográficas y de relieve (geográficas y geomorfológicas).

- Población (número total de habitantes y densidad de población).
- Características sociales/económicas e infraestructuras existentes.
- Actividades económicas desarrolladas o proyecciones de desarrollo.
- Recursos económicos disponibles para la realización del estudio.

Los resultados muestran que las principales consecuencias previstas para la variación en el nivel mar son la ocurrencia de inundaciones debido al desplazamiento de humedales y costas bajas; así como, la erosión de la línea costera. Otros de los impactos asociados fueron el aumento de la salinidad en los estuarios y la amenaza a los acuíferos de agua dulce; el incremento de las inundaciones por tormenta; la alteración de la amplitud de la marea en ríos y bahías; la alteración de los patrones de sedimentación y el decrecimiento de la cantidad de luz que reciben los fondos marinos.

En cuanto a las zonas costeras vulnerables de mayor afectación, se identificó las zonas más vulnerables, aquellas áreas costeras del Pacífico, ya que poseen la mayor extensión de zonas vulnerables. Nuestra área del proyecto se ubica en la zona 1 con un área de vulnerabilidad de 64.572 ha, dicha área incluye Pacora-Vacamonte. Tal como se observa en la Figura 6-13.

Proyecto:

Estudio de Impacto Ambiental Categoría II Proyecto Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá

CALIDAD DE AIRE
Ubicación:

Vacamonte, Provincia de Panamá Oeste

Foto:

No. 1

Fecha:

19-abril-2021

Descripción:

En la fotografía se observa al técnico de URS instalando los sensores del equipo para la medición de calidad del aire.


Foto:

No. 2

Fecha:

19-abril-2021

Descripción:

Vistas del área donde fue colocado el equipo de medición. Esta medición tuvo una duración de 24 horas.



Proyecto:

Estudio de Impacto Ambiental Categoría II Proyecto Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá

MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL**Ubicación:**

Vacamonte, Provincia de Panamá Oeste

Foto:

No. 1

Fecha:

19-abril-2021

Descripción:

Mediciones de ruido ambiental en el sitio identificado como **PFR-1**.

- Medición de condiciones ambientales.
- Instalación, calibración e inicio de la medición.
- Vista de la ubicación del sonómetro mientras registra los niveles de ruido ambiental.

**Foto:**

No. 2

Fecha:




19-abril-2021

Descripción:

Mediciones de ruido ambiental en el sitio identificado como **PFR-2**.

- Medición de condiciones ambientales.
- Instalación, calibración e inicio de la medición.
- Vista de la ubicación del sonómetro mientras registra los niveles de ruido ambiental.



Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental Categoría II Proyecto Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá		Ubicación: Vacamonte, Provincia de Panamá Oeste
MEDICIONES DE RUIDO AMBIENTAL		
Foto: No. 3	Fecha: 19-abril-2021	 <div>a</div>  <div>b</div>  <div>c</div>
Descripción: Mediciones de ruido ambiental en el sitio identificado como PFR-3 . a. Medición de condiciones ambientales. b. Instalación, calibración e inicio de la medición. c. Vista de la ubicación del sonómetro mientras registra los niveles de ruido ambiental.		

Proyecto:

Estudio de Impacto Ambiental Categoría II Proyecto Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá

MEDICIONES DE VIBRACIÓN AMBIENTAL**Ubicación:**

Vacamonte, Provincia de Panamá Oeste

Foto:

No. 1

Fecha:

19-abril-2021

Descripción:

Medición de vibración ambiental en el sitio identificado como **PFV-1**.

Instalación del equipo por parte del personal técnico de URS.

**Foto:**

No. 2

Fecha:


19-abril-2021

Descripción:

Medición de vibración ambiental en el sitio identificado como **PFV-2**.

Instalación del equipo por parte del personal técnico de URS.



Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental Categoría II Proyecto Planta de Prefabricados de la Línea 3 del Metro de Panamá MEDICIONES DE VIBRACIÓN AMBIENTAL		Ubicación: Vacamonte, Provincia de Panamá Oeste
Foto: No. 3	Fecha: 19-abril-2021	
Descripción: Medición de vibración ambiental en el sitio identificado como PFV-3 . Instalación del equipo por parte del personal técnico de URS.		

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

— Fallas interpretadas con imágenes LANDSAT, MSS, Radar y fotografías aéreas.
- - - Límites geológicos aproximados.

FORMACIONES SEDIMENTARIAS

PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN	SÍMBOLO	
CUATERNARIO	Aguadulce	Río Hato	QR-Aha	
TERCIARIO	La Boca	La Boca	TM-LB	

FORMACIONES VOLCÁNICAS

PERÍODO	GRUPO	FORMACIÓN		
TERCIARIO	Cañazas	Tucué	TM-CATu	
	Panamá	Panamá (Fase Marina)	TO-PA	

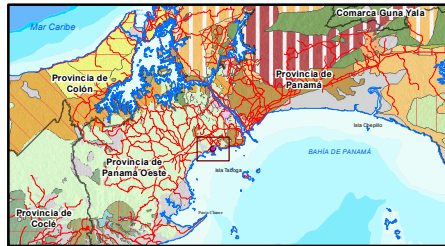
Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala:

1:50,000



LOCALIZACIÓN REGIONAL



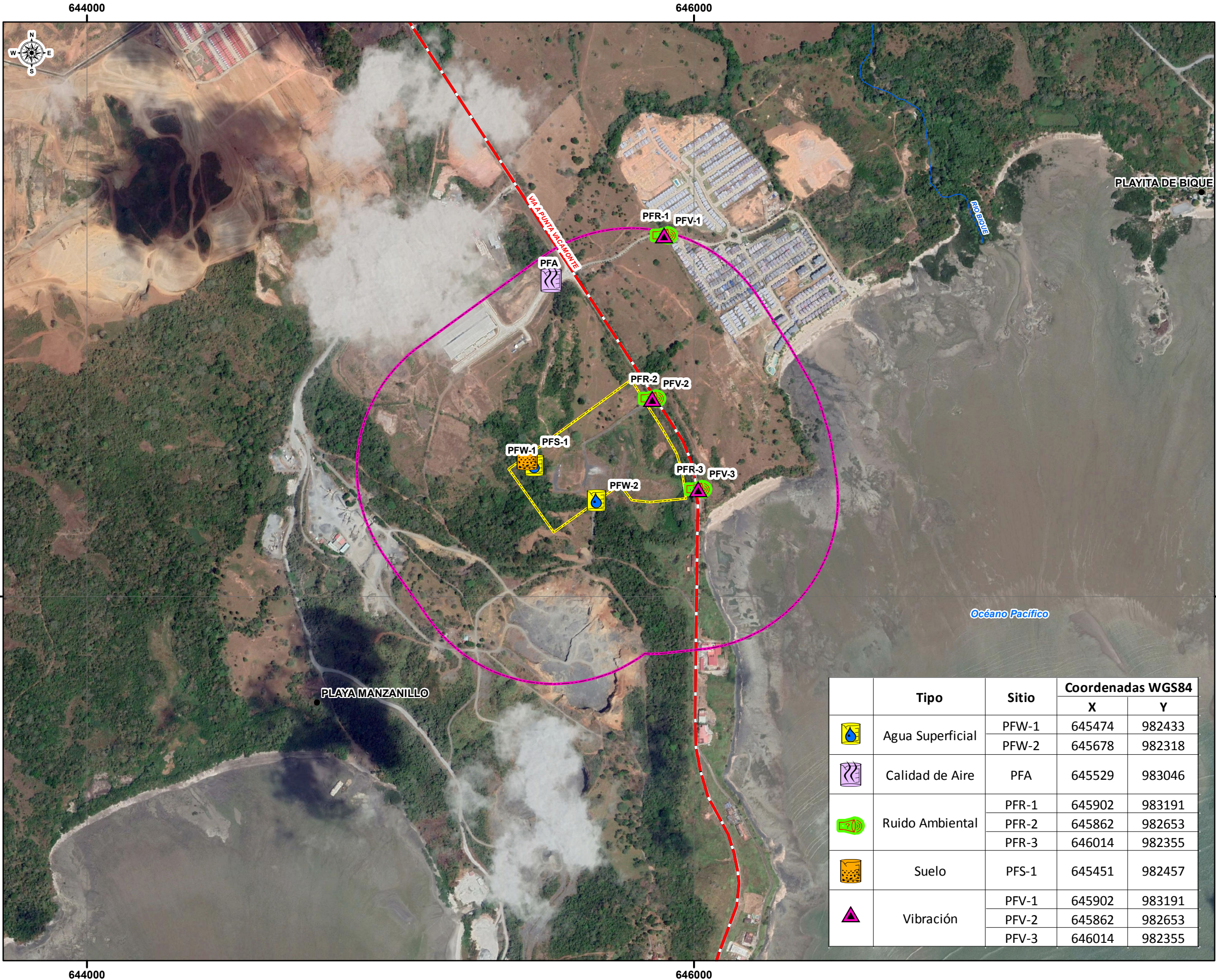
Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:



Consultor:





LEYENDA

●

Lugares poblados

—

Red de drenajes

—

Vía principal

Áreas de influencia del proyecto

Área de influencia directa

Área de influencia indirecta

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

Escala:
1:12,500

00.10.20.40.6

Km.

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.

	Tipo	Sitio	Coordenadas WGS84	
			X	Y
	Agua Superficial	PFW-1	645474	982433
		PFW-2	645678	982318
	Calidad de Aire	PFA	645529	983046
	Ruido Ambiental	PFR-1	645902	983191
		PFR-2	645862	982653
		PFR-3	646014	982355
	Suelo	PFS-1	645451	982457
	Vibración	PFV-1	645902	983191
		PFV-2	645862	982653
		PFV-3	646014	982355

CAPACIDAD AGROLÓGICA DEL SUELO

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

Capacidad Agrológica

- 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.

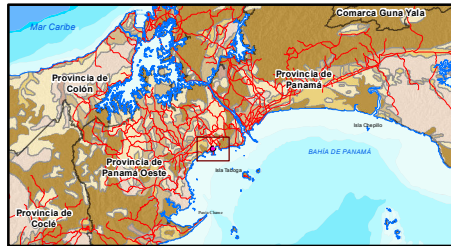
Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

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:



Consultor:



FIGURA N° 6-5
TOPOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- ▭ Límite de corregimientos

Límites de la provincia de Panamá Oeste

- Arraiján
- La Chorrera

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

Curvas de nivel

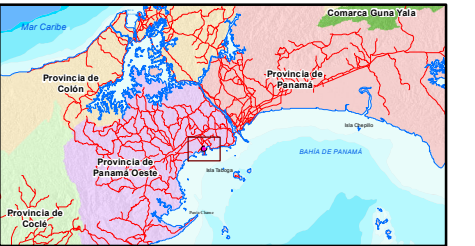
- Curvas de nivel cada 100 mts.
- Curvas de nivel cada 20 mts.

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

Escala:
1:50,000



LOCALIZACIÓN REGIONAL

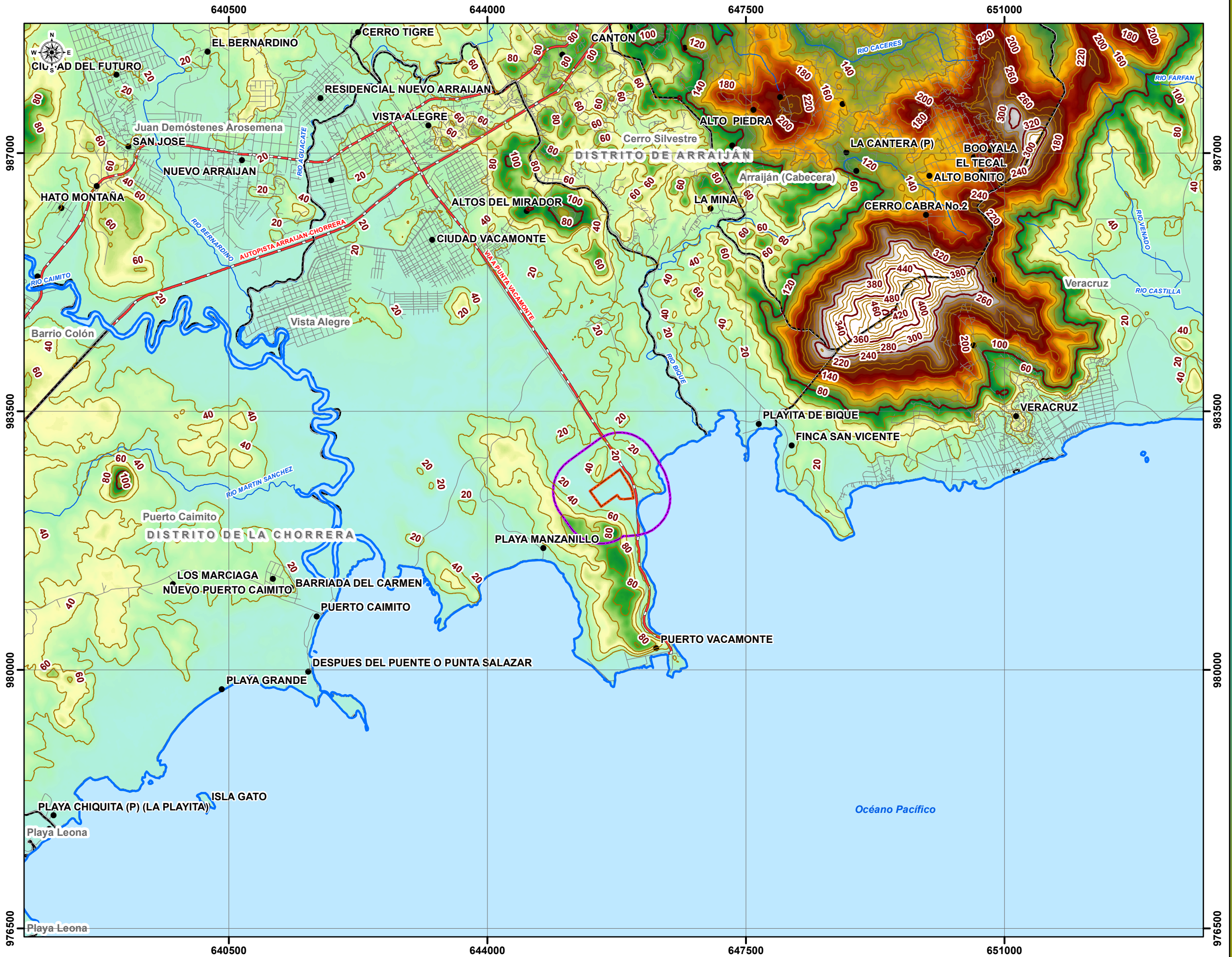


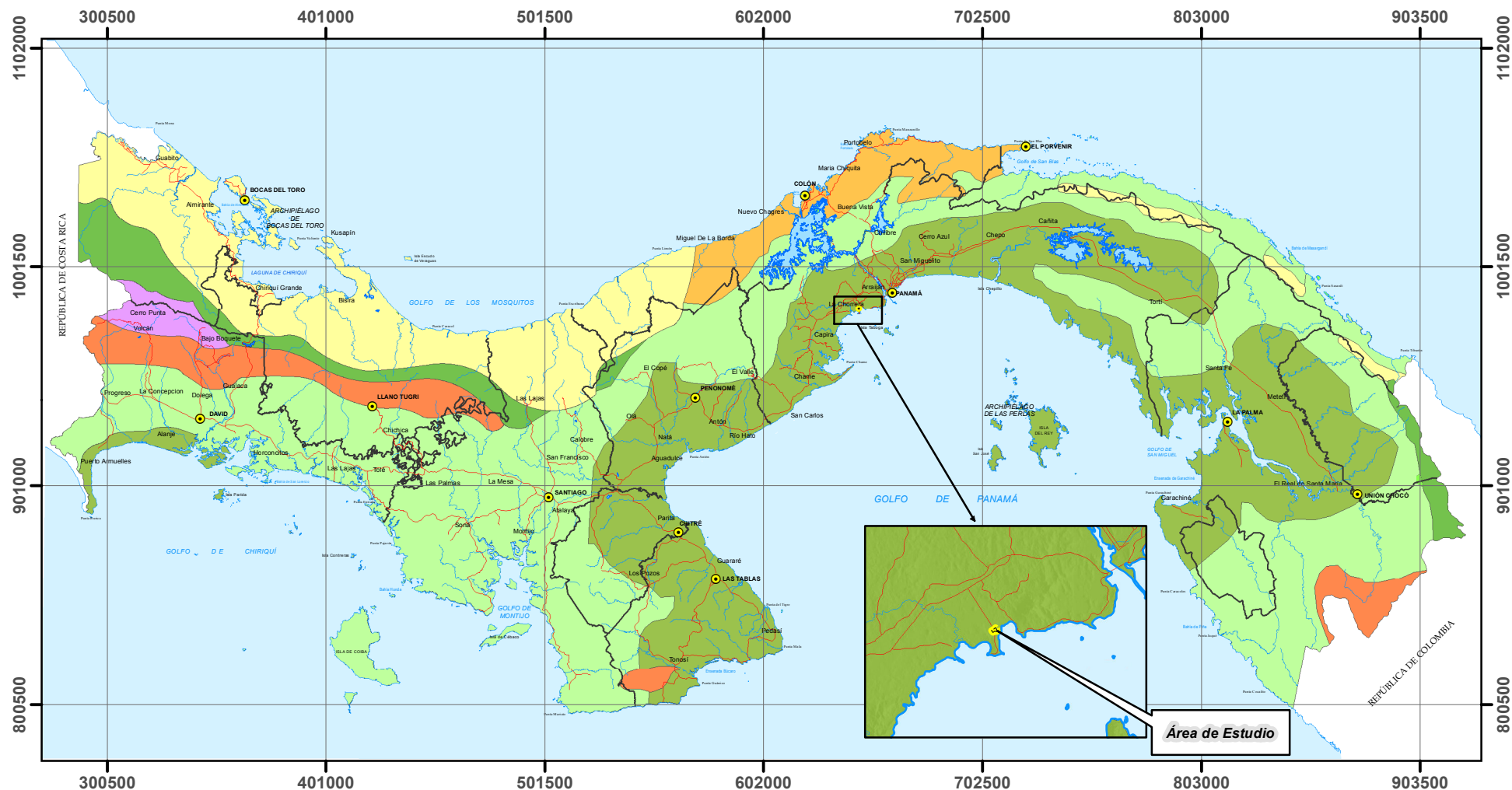
Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:



Consultor:





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ**

FIGURA N° 6-6
TIPOS DE CLIMA SEGÚN MCKAY



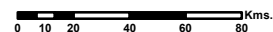
LEYENDA

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Límite internacional — Costas ~ Ríos principales — Red vial ● Cabecera de provincia ● Poblados principales Huella del proyecto | <p>Clasificación Climática</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 |
|---|--|

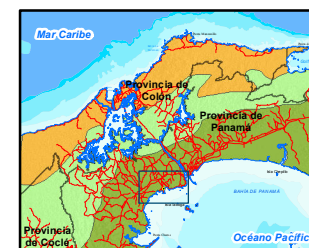


Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala
1:2,700,000



Localización Regional



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

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

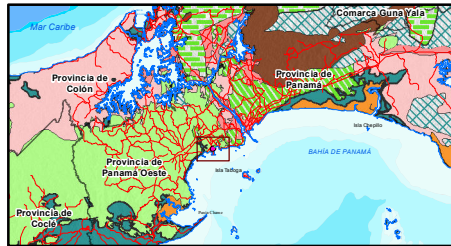
- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

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

Escala:
1:50,000



LOCALIZACIÓN REGIONAL

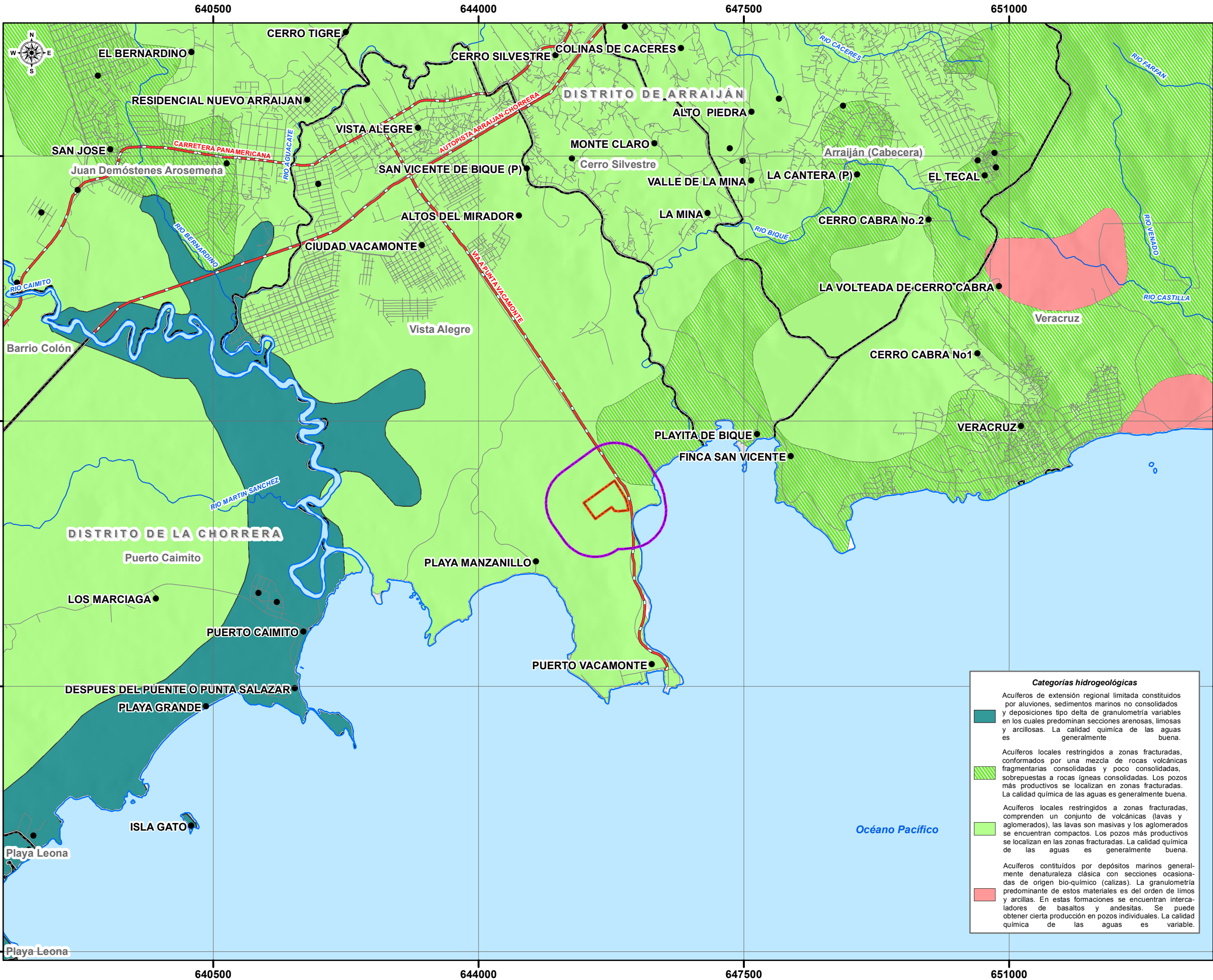


Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:



Consultor:



Categorías hidrogeológicas

Acuíferos de extensión regional limitada constituidos por aluviones, sedimentos marinos no consolidados y depósitos 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, sobrepuestas 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 (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.

Acuíferos constituidos por depósitos marinos generalmente de naturaleza clásica con secciones ocasionales de origen bio-químico (calizas). La granulometría predominante de estos materiales es del orden de limos y arcillas. En estas formaciones se encuentran intercaldadores de basaltos y andesitas. Se puede obtener cierta producción en pozos individuales. La calidad química de las aguas es variable.

ZONAS MARINO- COSTERAS VULNERABLES

LEYENDA

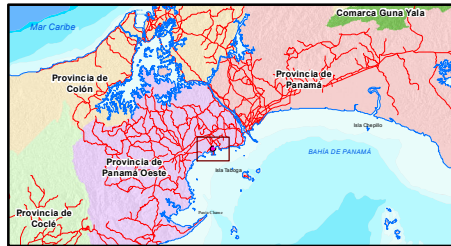
- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- ▭ Límite de corregimientos
- Límites de la provincia de Panamá Oeste*
- Arraiján
- La Chorrera
- Áreas de influencia del proyecto*
- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta
- Zonas marino- costeras vulnerables

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

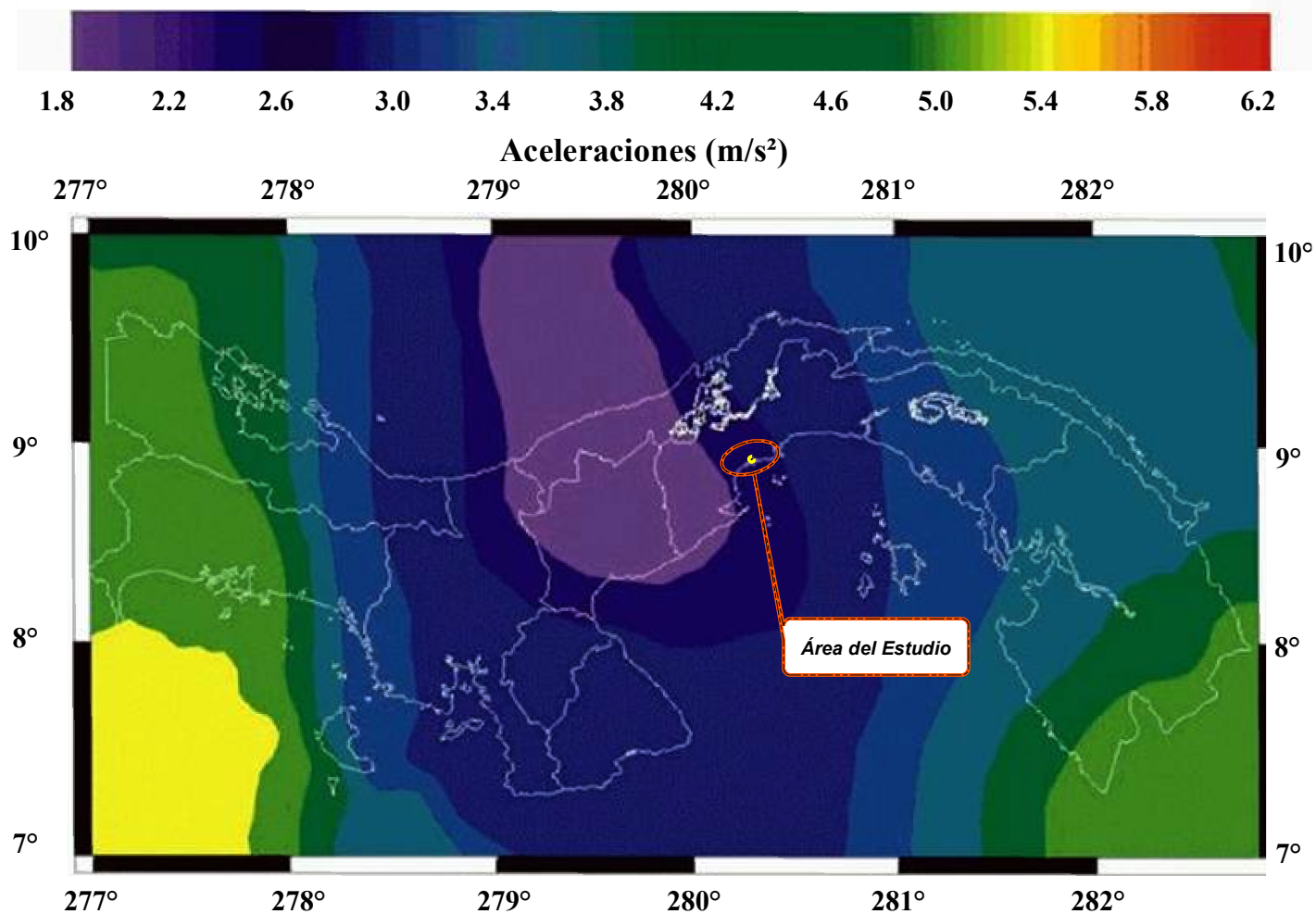
Promotor:



Consultor:



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



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA II
PLANTA DE PREFABRICADOS
LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

Promotor:

Consultor:
AECOM

FUENTE:
INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
Red Sismológica Nacional


FIGURA NO. 6-11
AMENAZA SÍSMICA A NIVEL NACIONAL

LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

Límite de Cuencas Hidrográficas

Susceptibilidad a inundaciones por cuencas

- Muy baja
- Moderada
- Alta

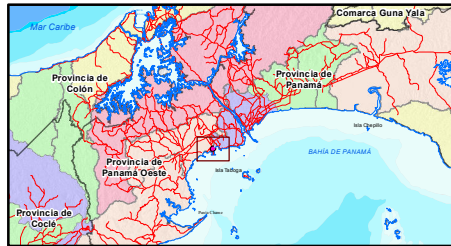
Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala:

1:50,000

0 0.45 0.9 1.8 2.7 Km.

LOCALIZACIÓN REGIONAL



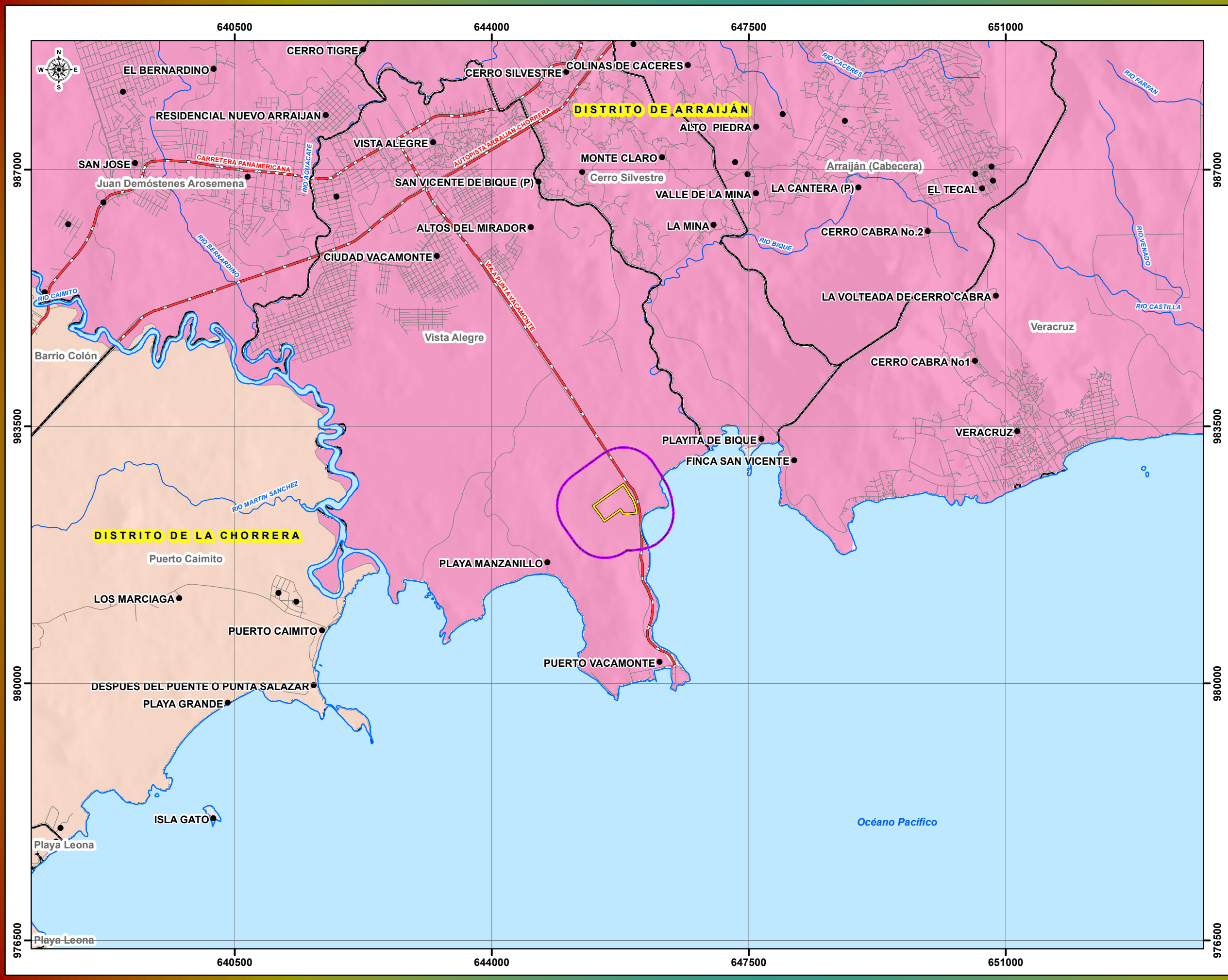
Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - URS Holdings Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:



Consultor:





LEYENDA

- Lugares poblados
- Red de drenajes
- Vías principales
- Vías secundarias
- Límite de corregimientos

Áreas de influencia del proyecto

- Área de influencia directa
- Área de influencia indirecta

Susceptibilidad a deslizamientos por distritos

- Moderada
- Alta
- Muy alta

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

Escala:
1:50,000

0 0.45 0.9 1.8 2.7 Km.



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

HPH CONSORCIO

Consultor:

AECOM