

6.0 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

En esta sección se describen todos los aspectos relacionados con el ambiente físico del área a desarrollar para el proyecto de Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo y sus áreas colindantes.

Para esta descripción, se requirió tanto de información cualitativa como de datos cuantitativos, los cuales fueron obtenidos mediante la revisión de fuentes primarias y secundarias que incluyeron: giras de campo y toma de muestras. El nivel de detalle presentado para cada uno de los elementos descritos en este capítulo es acorde a la importancia que los mismos tienen para la discusión de los impactos significativos y establecer las medidas que puedan prevenir y mitigar tal impacto.

Para el desarrollo de este capítulo se utilizaron como referencia, algunos estudios de impacto ambiental previos que la firma consultora URS Holdings, Inc. ha realizado, así como documentos relacionados al área a desarrollar, entre los que podemos mencionar el Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, Proyecto de Construcción de una Central Térmica de Ciclo Combinado de 670 MW, URS Holdings, Inc. (2021); Estudio de Impacto Ambiental, categoría II, Proyecto de Expansión de la Capacidad de Regasificación y Distribución de Gas Natural de Costa Norte LNG Terminal, URS Holdings, Inc. (2021); Estudio de Impacto Ambiental, categoría II, Proyecto de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional del proyecto de Generación Costa Norte, URS Holdings, Inc. (2016); Estudio de Impacto Ambiental, categoría II, Proyecto Línea de Transmisión Telfers-Sabanitas, URS Holdings, Inc. (2021); Estudio de Impacto Ambiental, categoría III, Proyecto Renovación Urbana de Colón, URS Holdings, Inc. (2015) y Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010), entre otros.

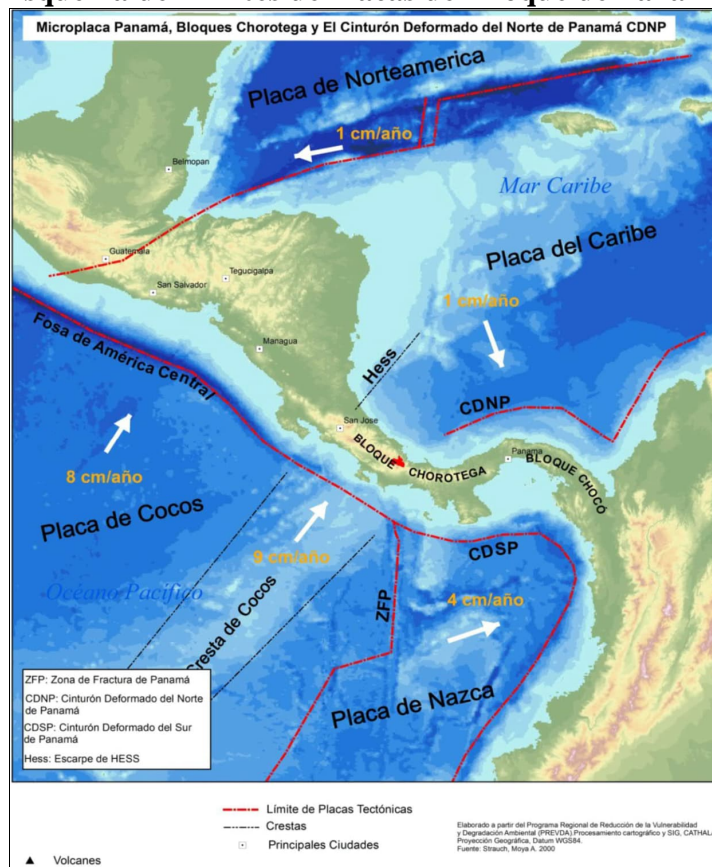
6.1 Formaciones Geológicas Regionales

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



Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 2005.

El Cinturón Deformado del Norte de Panamá (CDNP) el cual conforma el límite Norte de la Microplaca Panamá, es una importante fuente de liberación de energía geológica, conforma una amplia zona de deformación originada por la convergencia entre la Placa Caribe y la Microplaca de Panamá. Se extiende en forma de arco paralela a la costa Caribe de Panamá, desde la entrada del Golfo de Urabá, en Colombia, hasta Puerto Limón, en el Caribe de Costa Rica.

Existen 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, Blelton; 1991).

Las investigaciones realizadas indican que las rocas consideradas como más antiguas afloran en áreas restringidas de la región Suroccidental de la Península de Azuero y de la Península de Las Palmas. Se trata de una formación de la edad Cretácica y presenta un origen de volcanismo con presencia de 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 las lavas y tobas, mientras disminuye el carácter sedimentario de las formaciones aflorantes.

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 Las Palmas. Estos acontecimientos, produjeron metamorfismos de contacto en rocas cretácicas, 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 las vertientes Atlántica de la Cordillera. En el Plioceno Sedimentario aparece, en varias regiones, como son 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.

Las planicies de las costas de Colón pertenecen al Grupo Aguadulce, Formación Río Hato y su composición litológica se caracteriza por la presencia de conglomerados, areniscas, lutitas, tobas, areniscas no consolidadas y pómez. Estos materiales pertenecen al grupo de rocas sedimentarias de finales del período Cuaternario, conocido como Holoceno de la Era Cenozoica. Los tipos más abundantes de rocas sedimentarias pertenecen al grupo de las Clásticas Terrígenas, formadas por fragmentos que provienen principalmente de la desintegración de las rocas silicatas más antiguas, al cual pertenecen las lutitas, areniscas y conglomerados, siendo las primeras de ellas la más abundante. La presencia de areniscas y conglomerados se relaciona con la existencia de guijarros cementados de materiales finos como limo, arena y grava (LNG, 2010).

6.1.2. Unidades Geológicas Locales

La descripción de las características geológicas locales fue realizada en base a información obtenida en estudios previos, información cartográfica del Mapa Geológico de la Zona del Canal de Panamá (Stewart, R. H. Et al. 1980), Atlas Ambiental de Panamá (ANAM, 2010) e información del Sistema de Información Geográfica (SIG) de URS Holdings, Inc.

A nivel local, toda el área a desarrollar (60.63 hectáreas) está localizado sobre la Formación Gatún (TM-GA) del Grupo Gatún del período Terciario (**Figura 6-2** al final del capítulo).

A continuación, se presentan las características generales de la formación geológica identificada en el área a desarrollar.

Formación Gatún (TM-GA)

Esta es una formación sedimentaria del Mioceno Medio del Período Terciario. La totalidad del área a desarrollar incurre por esta formación (ver **Figura 6-2** al final del capítulo), la cual se compone principalmente de arenisca, lutita y toba. La transición entre los diferentes perfiles de meteorización en esta formación puede ser abrupta, donde se pueden encontrar zonas donde el cambio de suelo saprolítico a roca sana puede ser inmediato, no observándose estratos de roca meteorizada de grado II-IV. Es una formación caracterizada por estratos rocosos masivos con elevado Índice RQD (*Rock Quality Designation* o índice de calidad de roca), siendo rocas de elevada calidad y por lo cual la permeabilidad en los materiales de esta formación es muy baja.

Estudios previos han encontrado en este tipo de formación una variedad de fósiles desde organismos microscópicos como los foraminíferos hasta gasterópodos, bivalvos y moluscos grandes.

6.1.3. Caracterización Geotécnica

Esta sección **no aplica** para Estudios de Impacto Ambiental categoría II, según se establece en el Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto de 2009, Título III de los Estudios de Impacto Ambiental, Capítulo III de los Contenidos Mínimos y Términos de Referencia Generales de los Estudios de Impacto Ambiental.

6.2. Geomorfología

Esta sección **no aplica** para Estudios de Impacto Ambiental categoría II, según se establece en el Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto de 2009, Título III De los Estudios de Impacto Ambiental, Capítulo III De los Contenidos Mínimos y Términos de Referencia Generales de los Estudios de Impacto Ambiental.

6.3. Caracterización del Suelo

Esta sección se desarrolló de acuerdo con los mapas de suelos de Panamá del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), información disponible en estudios previos y mediante la toma de muestras de suelos para su análisis fisicoquímico.

Los suelos en donde se desarrollará el proyecto, de acuerdo con los mapas de fertilidad del IDIAP, presentan niveles críticos de pH muy ácidos, niveles altos de aluminio, niveles medios de saturación de aluminio, potasio, magnesio, hierro y de materia orgánica y niveles bajos de fósforo, calcio, cobre y zinc, con textura franco arcilloso.

De acuerdo con el mapa de clasificación de suelos de Panamá, en el área a desarrollar predominan los suelos ultisoles. Estos suelos fueron formados a partir de material parental de rocas y conglomerados ígneos.

El perfil de este tipo de suelos se caracteriza por presentar un horizonte superficial arcilloso con acumulación de material orgánico, producto de los procesos de descomposición y deposición de los diferentes organismos que viven en o sobre la superficie del suelo. El primer horizonte subsuperficial exhibe una acumulación de arcilla producto de la migración en el tiempo, a través del medio poroso, de la fracción de arcilla. Esta condición define un horizonte conocido como argílico entre los 20 y 40 centímetros de profundidad, en los sitios donde el mismo no ha sido removido o perdido por erosión hídrica. En un perfil de suelo típico, siguen a continuación dos a tres horizontes también arcillosos donde la materia orgánica y los nutrientes van disminuyendo con la profundidad.

Estudios de suelo realizados en el área del proyecto en febrero de 2023 (Ingenieros Geotécnicos S.A.), indican que el material superficial presente en el área a desarrollar es suelo residual, el cual se compone por limo arcilloso de moderada plasticidad y consistencia rígida y suelo residual saprolítico que, por su granulometría, se clasifica como limo – limo arenoso de consistencia dura y nula plasticidad. Los afloramientos de materiales de la formación Gatún, e información de estudios cercanos a la zona de proyecto, indican que los perfiles de suelo residual – roca

meteorizada pueden presentarse en profundidades de 2 – 7 metros. Después de estas profundidades se presenta la roca sana de la formación Gatún, que se caracteriza por una masa rocosa masiva, y, aunque posee una baja resistencia, su alto Índice RQD (calidad de la roca) y baja permeabilidad, lo constituyen como una formación muy competente.

Por otra parte, de acuerdo con el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Renovación Urbana de Colón (URS, octubre, 2015), el análisis de la calidad del suelo en el área de Altos de Los lagos, el cual se localiza en área colindante al Este con el polígono del proyecto objeto de este estudio, registró resultados que indican la presencia de suelos muy ácidos y ácidos, arcillo arenosos, lo cual implica una alta retención de agua y nutrientes, difícil drenaje y manejo del suelo. Los niveles de materia orgánica fueron bajos excepto en un sitio, donde además hay un decaimiento de la actividad de la enzima deshidrogenasa, siendo el único punto donde el Índice de Actividad Microbiana es menor al límite inferior señalado en la normativa. Adicionalmente se encontraron bajos valores de fósforo, potasio, magnesio, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno, azufre, hierro, así como valores elevados de calcio y sodio. La capacidad de intercambio catiónico presentada por estos suelos se considera baja.

Análisis Físico Químico del Suelo

Las características físicas y químicas actuales de los suelos en el área a desarrollar se determinaron mediante el análisis de muestras colectadas en giras de campo realizadas el 7 y 9 de diciembre de 2022, con un total de cuatro (4) muestras de suelo distribuidas en el área a desarrollar. Las muestras fueron colectadas siguiendo el procedimiento descrito en el Capítulo 3 y entregadas al laboratorio para su análisis. En la **Tabla 6-1** se indican las coordenadas UTM (Datum WGS84) de los sitios muestreados. Los informes de laboratorio se incluyen en el **Anexo 6-1** y en el anexo fotográfico (al final del capítulo) se muestran actividades realizadas para la toma de las muestras.

Tabla 6-1
Coordenadas UTM de los Sitios de Muestreo de Suelo en el
Área a desarrollar

Sitio de Muestreo		Coordenadas UTM (WGS84)	
Código	Ubicación	Este	Norte
SUE-01	En las cercanías del área de construcción de la vía de acceso futuro.	625027	1036776
SUE-02	Sector noroeste del polígono oeste del área a desarrollar.	625028	1036504
SUE-03	Sector suroeste del polígono oeste del área a desarrollar.	625031	1035894
SUE-05	Polígono este del área a desarrollar.	625687	1035655

Fuente: URS Holdings, 2023.

Los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de las muestras colectadas, para los parámetros actividad deshidrogenasa, materia orgánica, aceites y grasas, hidrocarburos totales y potencial de hidrógeno se presentan en la **Tabla 6-2** (ver informes del laboratorio en **Anexo 6-1**) donde son comparados con los límites establecidos en la norma nacional aplicable (Decreto Ejecutivo No. 2 del 14 de enero de 2009. Por el cual se establece la Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos).

Tabla 6-2
Resultados del Análisis de Calidad del Suelo en el área a desarrollar y sitios colindantes

Sitio de muestreo	Parámetros			
	Actividad deshidrogenasa (µg TFF/g 24h)	Materia orgánica (%)	Índice de Actividad Microbiana (Deshidrogenasa/Materia Orgánica)	Potencial de Hidrógeno (UpH)
SUE-01	5.28	5.58	0.95	4.12
SUE-02	0.80	4.26	0.19	4.30
SUE-03	0.37	3.52	0.11	5.74
SUE-05	0.17	0.83	0.20	7.31
Límites Decreto Ejecutivo N° 2*	No considerado	No considerado	0.5 – 22.0	No considerado

*: Decreto Ejecutivo No. 2 del 14 de enero de 2009, “Por el cual se establece la Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos”. Se destacan valores fuera de los límites de la norma.

Fuente: Elaborado por URS, en base al informe de resultados del laboratorio de Envirolab, 2022.

Los resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo colectadas en el área a desarrollar registraron valores de actividad deshidrogenasa menores de 1.0 $\mu\text{g TFF/g 24h}$ en los sitios SUE-02, SUE-03 y SUE-05 y un valor más elevado (5.28 TFF/g 24h) en el sitio SUE-01. Se registraron valores de materia orgánica que oscilan entre 0.83% y 5.58%. Además, las muestras de suelo presentaron pH ácidos con valores que oscilan entre 4.12 y 7.31.

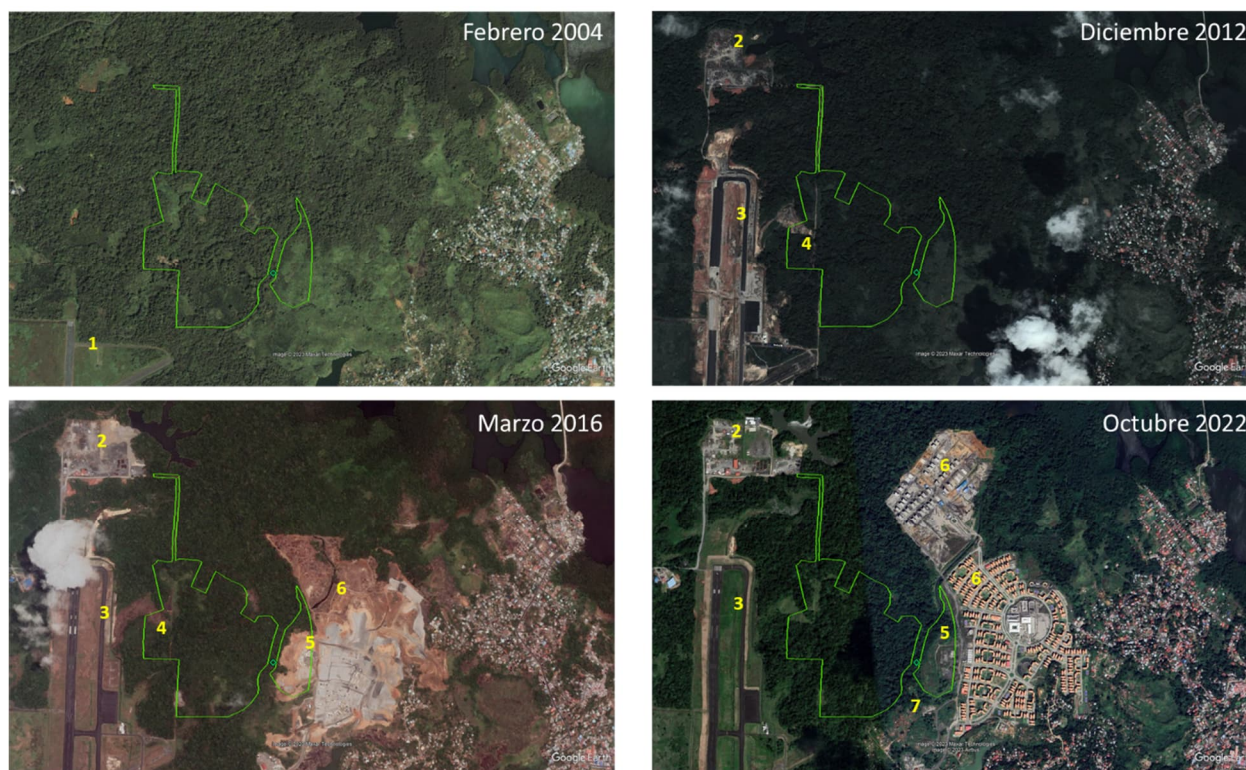
Al calcular el Índice de Actividad Microbiana (IAM) para cada muestra, se obtuvieron valores que oscilan entre 0.11 y 0.95, los cuales indican que el punto SUE-01 se encuentra dentro del rango establecido en la normativa (Decreto Ejecutivo No. 2 de 2009), mientras que para el resto de las muestras el valor es menor al límite inferior establecido en dicha norma.

Los puntos donde se registraron valores de IAM por debajo del rango definido en la norma de referencia, se corresponden con zonas en cuyo entorno se presentaron intervenciones previas, donde se observa la presencia de un camino de tierra (puntos SUE-01 y SUE-02), un área intervenida para la extracción de material (SUE-03), así como un área que fue utilizada como campamento de construcción del proyecto Altos de Los Lagos (SUE-05). La afectación previa de los suelos pudiera haber generado condiciones de baja productividad (baja presencia de materia orgánica y nutrientes que limita el desarrollo microbiano), y por lo tanto generar los bajos valores de IAM registrados en los puntos señalados.

Cabe señalar que en general el área a desarrollar presenta evidencias de haber sido intervenida por actividades previas, como es la presencia de un antiguo camino de tierra que va de norte a sur, paralelo al aeropuerto y un área con signos de extracción de material pétreo, ambos localizados en el polígono oeste del área a desarrollar. Mientras que, en el polígono este, se observa un área que anteriormente fue utilizada como campamento para la construcción del proyecto Altos de Los Lagos (**Figura 6-3**). Todas estas actividades han generado diversos grados de alteración de los suelos y la topografía, sumadas a la presencia informal de personas que se introducen a la propiedad para hacer uso de la fauna y flora del sitio. Por otra parte, desde un punto de vista histórico, el sector del Aeropuerto Internacional Enrique Adolfo Jiménez y sus alrededores formaban parte de la antigua base militar France Field de los Estados Unidos construida entre los años 1918 y 1920, la cual se integró posteriormente a la antigua base militar Coco Solo en 1964.

Las actividades asociadas a la presencia de las bases militares implicaron la intervención de espacios, en la zona colindante al área a ser desarrollada por el proyecto, donde se realizaron rellenos y nivelación, construcción de vías de circulación de concreto y estructuras (ver Capítulo 8).

Figura 6-3. Evidencias de afectaciones previas en el área a desarrollar



1: Antiguo aeropuerto de la base militar France Field (USA), operó entre 1918-1920. 2: Área de empresas transportistas. 3: Establecimiento del Aeropuerto Internacional Enrique Jiménez. 4: Sitio de posible extracción de material pétreo; 5: Antiguo campamento para la construcción del Proyecto Altos de los Lagos. 6: Desarrollo del proyecto Altos de los Lagos. 7: área urbana establecida informalmente (se localiza fuera del área a desarrollar).

Se muestra la ubicación del área a desarrollar (límite verde).

Fuente: Imagen aérea de Google Earth modificada por URS Holdings, Inc., 2023.

Adicionalmente, como parte del levantamiento de línea base del presente estudio, se realizaron análisis adicionales a los descritos previamente, para profundizar en la caracterización de la calidad del suelo, cuyos resultados se muestran a continuación.

Tabla 6-3
Resultados del análisis de metales en el suelo en el área a desarrollar

Parámetros (mg/Kg)	Sitios de muestreo				Normas. Límite máximo	
	SUE-01	SUE-02	SUE-03	SUE-05	DE-2	EPA
Aceites y grasas	76.29	50.67	83.99	106.77	NA	NA
Hidrocarburos totales	67.30	39.70	72.75	79.09	620	NA
Antimonio	1.16	<0.02	1.76	0.37	NA	47
Arsénico	11.52	13.92	10.59	8.00	30.0	NA
Berilio	0.29	0.18	0.39	<0.03	NA	230
Cadmio	2.91	3.98	3.13	2.42	100.0	NA
Cobre	11.67	21.88	14.12	9.12	NA	4700
Cromo	82.16	94.06	76.10	59.21	1000.0	NA
Mercurio	<0.001	0.50	0.50	<0.001	140.0	NA
Níquel	9.48	9.94	11.18	10.98	400.0	NA
Plata	<0.17	0.50	<0.17	<0.17	NA	580
Plomo	<0.01	16.82	<0.01	0.50	NA	800
Selenio	20.28	30.02	18.63	13.40	310.0	NA
Talio	<0.19	0.50	<0.19	<0.19	NA	1.2
Zinc	42.76	184.51	86.30	64.06	300.0	NA

DE-2: Decreto Ejecutivo No. 2 del 14 de enero de 2009, “Por el cual se establece la Norma Ambiental de Calidad de Suelos para diversos usos. Límites máximos permisibles. Uso industrial. EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Niveles regionales de detección 2022. Suelos industriales (*Environmental Protection Agency, USA. Regional screening levels. Industrial Soil*).

Se destacan valores fuera de los límites de la norma.

NA: Parámetros no incluidos en la norma.

Fuente: Elaborado por URS, en base al informe de resultados del laboratorio Envirolab, 2022.

Los resultados que se muestran en la **Tabla 6-3** fueron comparados con el Decreto Ejecutivo No. 2, en el caso de los metales no considerados en el referido Decreto, se utilizó una norma internacional como referencia.

Estos análisis incluyeron parámetros de interés seleccionados considerando las intervenciones pasadas. Los resultados se mantuvieron en niveles por debajo de los límites máximos establecidos en la norma aplicable. Estos análisis abarcaron, parámetros tales como: aceites y grasas, cuyos resultados presentaron valores entre 50.67 y 106.77 mg/Kg, hidrocarburos totales de petróleo cuyos valores oscilaron entre 39.70 y 79.09 mg/Kg, los cuales se encuentran por debajo del límite máximo permisible para uso industrial (620 mg/Kg) de la normativa de referencia.

Para el caso de los metales, se observó la presencia de concentraciones por debajo de los límites máximos establecidos en las normas nacional y de referencia para cada análisis. Los informes de resultados del laboratorio se incluyen en el **Anexo 6-1**.

Análisis fisicoquímicos de sedimentos de cuerpos de agua

Adicionalmente, como parte del levantamiento de información de línea base para el presente estudio, se realizó la colecta de dos (2) muestras de sedimentos en cuerpos de agua con presencia de corriente de agua, los días 7 y 9 de diciembre de 2022, en los sitios descritos en la **Tabla 6-4**.

Tabla 6-4
Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de sedimentos en cuerpos de agua

Sitio de Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84	
Código	Ubicación	Este	Norte
SED-01	Río Caño Sucio en el punto de cruce con la zona de construcción de la vía de acceso futuro.	625028	1036319
SED-02	Río Coco Solo, tramo ubicado entre los polígonos este y oeste del área a desarrollar.	625619	1035665

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

Según los resultados de los análisis de laboratorio de los sedimentos de cuerpos de agua (**Tabla 6-5**), se registra presencia de hidrocarburos totales, materia orgánica y aceites y grasas en ambas muestras de sedimentos. Una de las muestras de sedimentos (SED-01) registró un pH ácido, mientras que la otra muestra de sedimentos (SED-02) un pH neutro. Los resultados de las concentraciones de cadmio y cromo, de ambas muestras de sedimentos, así como la concentración de mercurio para la muestra SED-02 y zinc para la muestra SED-01, estuvieron por encima de los valores umbrales de calidad del sedimento (TEC por sus siglas en inglés) de la normativa de referencia, los cuales definen el umbral por debajo del cual no se esperan afectaciones a los recursos acuáticos; sin embargo, estas concentraciones se encuentran por debajo de los niveles donde hay una probabilidad media (MEC) de presentarse un efecto negativo sobre los recursos acuáticos, establecidos en la normativa de referencia. Los informes con los resultados del laboratorio se incluyen en el **Anexo 6-1**.

Tabla 6-5
Resultados del análisis de los sedimentos de cuerpos de agua

Parámetros (mg/Kg)	Unidad	Sitios de muestreo		Normativa de referencia*		
		SED-01	SED-02	TEC* (mg/Kg)	MEC** (mg/l)	PEC* (mg/Kg)
Aceites y grasas	mg/Kg	172.63	123.78	ND	ND	ND
Actividad de la Enzima Deshidrogenasa	µg/g	7.45	1.78	ND	ND	ND
Hidrocarburos Totales	mg/Kg	91.43	100.92	ND	ND	ND
Materia Orgánica	%	9.88	5.53	ND	ND	ND
Potencial de Hidrógeno	UpH	5.98	7.09	ND	ND	ND
Antimonio	mg/Kg	0.52	0.94	ND	ND	ND
Arsénico	mg/Kg	7.79	8.52	9.79	21.4	33
Berilio	mg/Kg	<0.03	<0.03	ND	ND	ND
Cadmio	mg/Kg	2.94	2.84	0.99	3.0	4.98
Cobre	mg/Kg	13.86	11.35	31.6	91	149
Cromo	mg/Kg	69.84	69.48	43.4	76.5	111
Mercurio	mg/Kg	0.50	<0.001	0.18	0.64	1.06
Níquel	mg/Kg	11.61	11.92	22.7	36	48.6
Plata	mg/Kg	<0.17	<0.17	1.6**	1.9	2.2**
Plomo	mg/Kg	<0.01	<0.01	35.8	83	128
Selenio	mg/Kg	16.11	16.47	ND	ND	ND
Talio	mg/Kg	<0.19	<0.19	ND	ND	ND
Zinc	mg/Kg	117.33	124.38	121	290	459

*: EPA. 2002. Manual guía para el apoyo de la evaluación de sedimentos contaminados en ecosistemas de agua superficial (*A Guidance Manual to Support the Assessment of Contaminated Sediments in Freshwater Ecosystems*)
 PEC: Concentraciones umbral de efecto (*Threshold effect concentrations*), PEC: Nivel de efecto probable (*Probable effect concentration*).

** : Department of Natural Resources. Wisconsin, USA. 2003. Consensus-Based Sediment Quality Guidelines.

Se resaltan los valores por encima del límite establecido en la normativa de referencia.

ND: No considerado en la norma de referencia.

Fuente: Elaborado por URS, en base al informe de resultados del laboratorio Envirolab, 2022.

6.3.1. Descripción del Uso de Suelo

De acuerdo con el mapa del Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal (Ley 21 de julio de 1997), el 85.10% (51.60 hectáreas) del área a desarrollar se categoriza como de Empleo - industrial y oficinas, mientras que las restantes 9.03 hectáreas (14.90%) corresponden a área verde urbana.

El área a desarrollar se encuentra ocupada, en su mayor parte, por bosque latifoliado mixto secundario y, en menor proporción, hacia el extremo sureste del polígono del proyecto, por vegetación herbácea y área poblada, según mapa elaborado por la Dirección de Información Ambiental del Ministerio de Ambiente (Sentinel 2A - año 2022).

Por otra parte, tomando en cuenta la clasificación de la vegetación desde el punto de vista de la indemnización ecológica y de acuerdo con el mapa de cobertura vegetal y uso de suelo actual (Capítulo 7 Descripción del Ambiente Biológico), el área a desarrollar se encuentra ocupada en un 98.46% por vegetación, en su mayor parte por bosque secundario maduro (79.38% de la superficie, 48.13 hectáreas), seguido por 9.34 hectáreas (15.40%) de gramíneas con árboles, 1.85 hectáreas (3.05%) de bosque secundario joven y 0.38 hectáreas de bosque secundario intermedio (0.63%). El resto de la superficie está ocupada por un camino de tierra construido previamente en el área (0.86 ha) y 0.07 hectáreas por superficie de agua (Ver **Tabla 6-6**).

Tabla 6-6
Uso de Suelo Actual en el Área a desarrollar

Categoría	Área a desarrollar	
	Hectáreas	Porcentaje
Bosque secundario intermedio	0.38	0.63
Bosque secundario joven	1.85	3.05
Bosque secundario maduro	48.13	79.38
Camino de tierra	0.86	1.42
Gramíneas con árboles	9.34	15.40
Superficie de agua	0.07	0.12
TOTAL	60.63	100

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

Durante los recorridos de campo realizados en el área a desarrollar se observó que las formaciones vegetales presentaban cierto grado de afectación por la circulación de personas, la presencia de estructuras bajo el dosel, vías de circulación en desuso y un área de antigua extracción de material pétreo, como se ha señalado en otras secciones, indicando cierto uso pasado y actual del área.

6.3.2. Deslinde de la Propiedad

El área a desarrollar se encuentra ubicada en el corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón y comprende una extensión de terreno dividido en dos lotes adyacentes al Aeropuerto Internacional Enrique Adolfo Jiménez (lotes CS01-2 y CS01-3), propiedad de la Zona Libre de Colón y que fueron otorgados en concesión al promotor del proyecto. A continuación, se describe información general de estos lotes o fincas:

Lote CS01-3: Código de Ubicación 3014, Folio Real No. 383693 (F), está ubicado en la vía Circunvalación del Caribe en Coco Solo. Colinda con la servidumbre de la vía Circunvalación Del Caribe y con la finca 12,875, rollo 18,598, documento 2 propiedad de la Nación (polígono S/N Aeropuerto Enrique A. Jiménez – Polígono CS01-2).

Lote CS01-2: Código de Ubicación 3014, Folio Real No. 383688 (F), ubicado en la vía circunvalación del Caribe, en Coco Solo. Colinda con la servidumbre de la vía Circunvalación Del Caribe y con el resto libre de la finca 12,875, rollo 18,598, documento 2 propiedad de la Nación (polígono CS01-3, Aeropuerto Enrique A. Jiménez y el polígono CS01-1).

El proyecto se desarrollará parcialmente sobre las dos fincas antes mencionadas, de tal manera que en cada una de ellas se ocupará la superficie que se señala a continuación:

Tabla 6-7
Superficie a ser desarrollada en cada lote

Lote	Área total del lote (ha)	Área a desarrollar (ha)	Porcentaje a desarrollar (%)
CS01-2	48.92	20.12	33.19
CS01-3	87.48	40.51	66.81
Total	136.40	60.63	100

Fuente: URS Holdings, Inc, 2023 con datos proporcionados por el cliente.

6.3.3. Capacidad de Uso y Aptitud

La capacidad de uso de los suelos se define como el potencial que tiene una unidad específica de suelo para ser utilizada en forma sostenida sin afectar su capacidad productiva, e indica la intensidad con que se puede utilizar el suelo. Según el Centro Científico Tropical, la capacidad de uso de los suelos se determina utilizando parámetros agroecológicos como la pendiente, erosión sufrida, profundidad efectiva, textura, pedregosidad, fertilidad, salinidad y toxicidad, drenaje, inundabilidad, zona de vida, periodo seco y viento.

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

Los suelos en el área a desarrollar son clasificados como de clase VII (**Figura 6-4** al final del capítulo), de acuerdo con el mapa de capacidad agrológica de los suelos (Atlas Ambiental de la República de Panamá, ANAM-2010), los cuales son suelos no arables y con limitaciones muy severas. También son planos de poca profundidad y con niveles de fertilidad bajos. Su principal limitante es la fertilidad y, en algunos casos, la inundabilidad que se presenta en las llanuras de inundación de los principales ríos.

6.4. Topografía

El levantamiento topográfico actualizado, realizado en febrero 2023, por parte de Ingenieros Geotécnicos S.A., indica que la topografía del área a desarrollar corresponde, en el polígono oeste, a un relieve ondulado donde se registran elevaciones entre 8 y 36 m. Las mayores elevaciones se localizan en sectores puntuales al centro-sur (36 msnm) y al centro-norte (34 msnm) de dicha área, predominando en el resto del área las zonas que no superan los 24 m.

En el polígono este el relieve es menos ondulado, lo cual puede estar relacionado a su uso anterior como área de campamento para el proyecto Altos de Los Lagos. Las elevaciones varían entre 20 y 30 metros excepto en el extremo norte donde descienda hasta 12 metros. La mayor altitud se ubica en la parte sur (30 msnm).

Por otro lado, en la porción correspondiente al camino de tierra construido previamente, se observan elevaciones que van entre los 2 y 24 msnm.

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

En la **Figura 6-5**, al final del capítulo, se representa la topografía del área de estudio en escala 1:50,000 y en la **Figura 6-5a** se muestra un acercamiento al área a desarrollar, a menor escala (1:7500), para una mejor visualización de la información.

6.5. Clima

De acuerdo con datos consultados en marzo de 2023, en la página del Instituto Meteorológico e Hidrológico de Panamá (creado mediante ley 209 del 22 de abril de 2021), el sistema climático de Panamá se rige por una temporada lluviosa y una temporada seca, exceptuando en la vertiente del Caribe, donde se localiza el proyecto, que se caracteriza porque llueve casi todo el año. Dentro de esta vertiente, las lluvias más abundantes se generan entre diciembre y febrero muchas de ellas provocadas por incursiones de los sistemas frontales del hemisferio norte hacia las latitudes tropicales. El resto del año (entre los meses de marzo y noviembre), los sistemas atmosféricos tropicales que se desplazan sobre la cuenca del Caribe, la brisa marina y el calentamiento diurno de la superficie son los responsables de las lluvias que se generan.

A continuación, esta sección presenta las características climáticas predominantes para el área a desarrollar. Esta descripción incluye las siguientes variables: precipitación, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y radiación solar.

6.5.1. Metodología

Para el desarrollo de esta sección se utilizó la información climática obtenida en el Atlas Nacional de la República de Panamá (2010), además se analizaron datos climáticos históricos disponibles en fuentes de acceso público.

6.5.2. Tipo de Clima

Según la clasificación de McKay¹ el tipo de clima presente en el área donde se desarrollará el proyecto corresponde a la categoría de Clima Tropical Oceánico con Estación Seca Corta, como se observa en la **Figura 6-6** al final del capítulo. A continuación, se presentan las características de este clima.

Clima Tropical Oceánico con Estación Seca Corta

Este tipo de clima se presenta en las tierras bajas de la provincia de Colón, con una gran pluviosidad anual y una corta estación seca poco acentuada. Se caracteriza por temperaturas medias anuales de 26.5 °C en las costas y de 25.5 °C hacia el interior del continente y precipitaciones abundantes alrededor de los 4,760 mm; también posee, como se mencionó, una estación seca corta, la cual se extiende aproximadamente por cuatro a diez semanas de duración, con precipitaciones entre 40 y 90 mm.

6.5.2.1 Precipitación

Los valores promedio mensual de precipitación disponibles para los últimos 30 años muestran las mayores precipitaciones en los meses de septiembre y noviembre oscilando entre 85 y 93 pulgadas (2159 y 2362.2 mm, respectivamente), con la mayor cantidad de días sin precipitación en enero, febrero y marzo, mientras que los meses con mayor cantidad de días con lluvia son julio, agosto y septiembre.

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

Tabla 6-8
Precipitación media mensual, días lluviosos y secos por mes. Datos históricos 30 años

Parámetro	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (pulgadas)	10	5	6	39	87	76	78	81	85	93	86	37
Días de lluvia	8	5	8	19	29	29	30	30	30	31	29	20
Días de sol	23	23	23	11	2	1	1	1	-	-	1	11

Fuente: www.cuandovisitar.us/panama/colon-3182863/

6.5.2.2 Temperatura

Datos históricos de los últimos 30 años indican que la temperatura media mensual (**Tabla 6-9**) oscila entre 29.4 °C y 34.4 °C en el día y 21.1 °C y 23.3 °C en la noche, para la ciudad de Colón. La mayor temperatura diurna promedio se registra en febrero y abril con 33.9°C y la menor temperatura en octubre y noviembre con 29.4°C.

Tabla 6-9
Temperatura promedio mensual. Datos históricos 30 años

Período	Temperatura Promedio / Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Día (°C)	32.2	33.9	34.4	33.9	31.1	30.0	29.4	30.0	30.0	29.4	29.4	30.6
Noche (°C)	21.1	21.7	22.8	23.3	23.3	22.8	22.2	22.2	22.2	22.2	21.7	21.1

Fuente: www.cuandovisitar.us/panama/colon-3182863/

6.5.2.3 Humedad Relativa

Los promedios mensuales de humedad relativa en el período 1991-2021 oscila entre 78% y 90%, con los mayores valores en los meses de octubre y noviembre y los más bajos en febrero y marzo, como se observa en la **Tabla 6-10**.

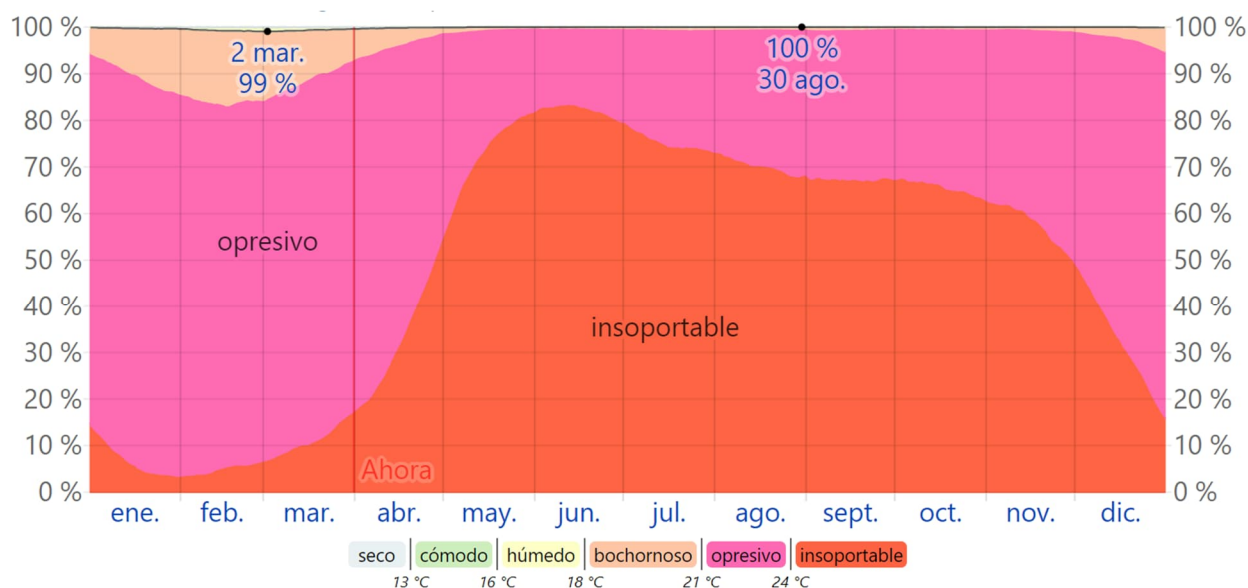
Tabla 6-10
Humedad relativa ciudad de Colón. Datos históricos 1991-2021

Parámetro	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Humedad (%)	81%	78%	78%	82%	88%	89%	89%	89%	89%	90%	90%	86%

Fuente: <https://es.climate-data.org/america-del-norte/panama/colon>

Estimaciones del nivel de comodidad en cuanto a la humedad (**Gráfica 6-1**), mediante datos históricos para la ciudad de Colón (2015-2023), categorizados en base al punto de rocío, indican que entre los meses de mayo y noviembre predominan las condiciones clasificadas como “insoportables”, mientras que el resto del año predominan condiciones “opresivas”, indicando elevados niveles de disconformidad todo el año.

Gráfica 6-1
Nivel de comodidad (Humedad) ciudad de Colón. Datos históricos 2015-2023



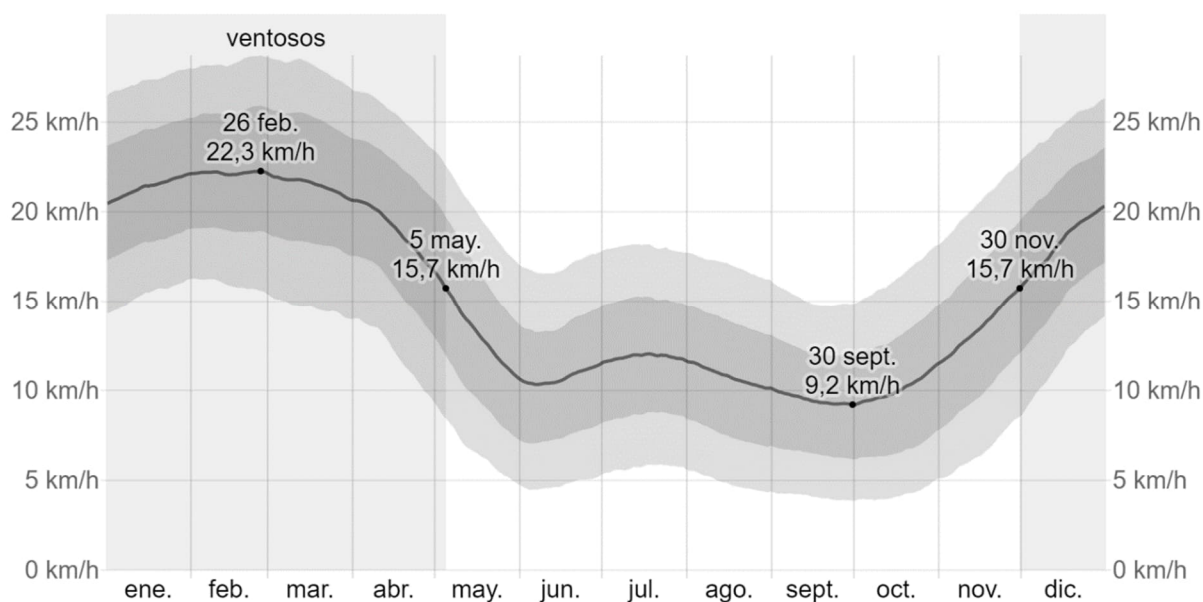
Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

6.5.2.4 Velocidad y Dirección del Viento

Los datos de velocidad del viento históricos registrados para la ciudad de Colón en el período 2015-2023 (**Gráfica 6-2**) indican que el período de mayor velocidad se ubica entre los meses de diciembre y abril, mientras que los menores valores se ubican entre mayo y noviembre. Se

observan valores promedio mensual entre 9.2 km/h en septiembre y 22.3 km/h en febrero. Se pueden observar valores extremos máximos o ráfagas de 30 km/h en enero y mínimos extremos de 4 km/h en octubre.

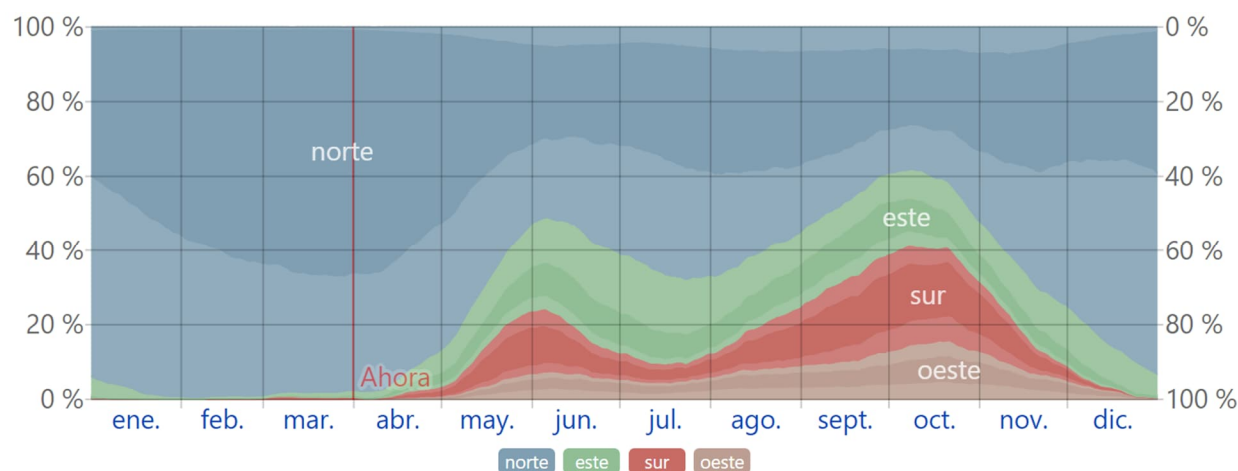
Gráfica 6-2
Velocidad del viento. Datos históricos 2015-2023



Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

Por otra parte, la dirección predominante de los vientos a lo largo del año, según datos históricos del periodo 2015-2023 (**Gráfica 6-3**), estimada como el porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, muestra la predominancia de vientos provenientes del norte durante todo el año, ya que, entre los meses de febrero y marzo se presentan casi el 100% del tiempo y el resto de los meses se mantiene mínimo en un 40% de las horas, mientras que los vientos provenientes desde otras direcciones se mantienen alrededor del 20 a 30% del tiempo.

Gráfica 6-3
Dirección del viento. Datos históricos 2015-2023



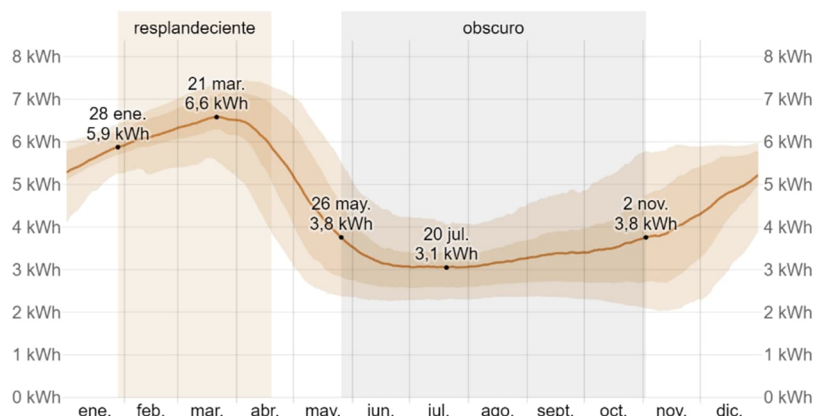
Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

6.5.2.5 Radiación Solar

La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales durante el año. En el caso de Colón, el período con mayor radiación solar promedio dura aproximadamente 2.7 meses, del 28 de enero al 19 de abril, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 5.9 kWh. El mes de mayor radiación corresponde a marzo, con un promedio de 6,6 kWh.

El periodo con menor radiación solar dura aproximadamente 5.2 meses, del 26 de mayo al 2 de noviembre, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado que no supera los 3.8 kWh. El mes de menor radiación es julio con un promedio de 3.1 kWh (**Gráfica 6-4**).

Gráfica 6-4
Radiación solar promedio mensual. Datos históricos 2015-2023



Fuente: <https://es.weatherspark.com/>

Datos históricos relacionados con la cantidad de horas de sol por día para Colón muestran un comportamiento similar a lo descrito para los niveles de radiación solar, con el menor número de horas diarias de sol promedio en los meses de octubre y noviembre con 7 días y la mayor cantidad promedio para enero y febrero 10 días (**Tabla 6-11**).

Tabla 6-11
Horas de sol diarias promedio. Datos históricos últimos 30 años

Parámetro	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Horas de sol por día	10	10	9	9	8	8	8	8	8	7	7	9

Fuente: www.cuandovisitar.us/panama/colon-3182863/

6.6. Hidrología

El área a desarrollar se localiza dentro de la región hídrica Caribe Oriental, la cual cubre la mayor parte del territorio de la provincia de Colón, la Comarca Kuna Yala y la parte norte de la provincia de Panamá, delimitada por la cuenca del Canal. Sus cursos de agua desembocan en el mar Caribe.

El proyecto se localiza en la cuenca hidrográfica denominada Ríos entre el Chagres y Mandinga (Cuenca No. 117), la cual abarca una superficie total aproximada de 1,122 km². El río más

importante de la cuenca es el río Cuango con una longitud de 34.1 km y cuya cuenca ocupa el 13.53% del distrito Colón. (Ver **Figura 6-7**).

Figura 6-7.
Cuenca No. 117 Ríos entre el Chagres y Mandinga



Fuente: Modificado de <https://imhpa.maps.arcgis.com/>.

Específicamente para el área a desarrollar, Ingenieros Geotécnicos S.A. llevó a cabo un estudio específico de las condiciones hidrológicas e hidráulicas en abril de 2023, encontrando que los cursos de agua principales relacionados con el área a ser desarrollada corresponden a los ríos: Coco Solo y Caño Sucio. (**Figura 6-5**, al final del capítulo). En el **Anexo 6-3** se presenta el estudio hidrológico e hidráulico citado, sin embargo, para los fines de este estudio solo se considerará lo señalado como Fase 1, según se muestra en dicho estudio.

El río Caño Sucio se ubica al noroeste del área de desarrollo y nace en las inmediaciones del Aeropuerto Enrique Jiménez en el área a desarrollar y al cual confluyen drenajes de escorrentías. Este río cruza la zona de construcción de la vía de acceso a futuro. Mientras que, una quebrada sin nombre se ubica en el sector norte del área de desarrollo, próximo al camino de tierra previamente construido durante la ampliación de la pista del aeropuerto. Por otro lado, entre los dos polígonos que conforman el área a desarrollar, se localiza el río Coco Solo. (Ver **Figura 6-5 y 6-5a**)

La cuenca del río Caño Sucio tiene un área de drenaje de 3.966 km², una pendiente promedio de 5.01% con un relieve suave, un tiempo de concentración de 38.93 minutos, una elevación máxima

de 35 m y mínima de 2 m en la trayectoria del cauce. Además, posee una longitud total de cauce principal de 2.31 km y una pendiente promedio para dicho cauce de 1.43%. El río Caño Sucio es un cuerpo de agua que alcanza orden 3 y en el tramo que discurre parcialmente en el área de la vía de acceso a futuro es de orden 1.

Por su parte la quebrada sin nombre es un cuerpo de agua estacional de orden 1 generado por la esorrentía local, el cual discurre a favor de la pendiente siguiendo un patrón natural asociados al relieve ondulado que caracteriza al sector, movilizand las aguas de esorrentía en sentido este-oeste y desembocando finalmente en el río Caño Sucio, a una distancia aproximada de 400 m al oeste del punto de cruce con el camino de tierra donde se construirá la vía para futuro acceso al proyecto.

La cuenca del río Coco Solo cuenta con un área de drenaje de 11.685 km², una elevación máxima y mínima en la trayectoria del cauce de 110 m y 2,7 m, respectivamente, un tiempo de concentración de 104.63 minutos, con una longitud total de cauce principal de 8.06 km y una pendiente promedio de 21.9% a nivel de la cuenca con un relieve fuertemente accidentado y una pendiente promedio para el río principal de 1.33%. El río Coco Solo corresponde a un cuerpo de agua de orden 4.

6.6.1. Calidad de las Aguas Superficiales

El área de estudio se constituye principalmente de vegetación boscosa, no obstante, muestra ciertas evidencias de intervenciones pasadas y actuales, colindando además con sectores intervenidos, en los que predominan actividades humanas que pueden alterar la calidad de las aguas superficiales, respecto a las condiciones naturales originales.

En el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la República de Panamá (ANAM, 2010-2030), se presentan los resultados de monitoreos realizados en diversos cursos de agua a nivel nacional. Para la cuenca No. 117 entre los Ríos entre el Chagres y Mandinga, se monitorearon los ríos Cascajal, Piedra, Viento Frío y Pato y se analizó el Índice de Calidad del Agua (ICA) que proporciona una aproximación al grado de contaminación del agua.

Este índice es estimado en base a los niveles de Oxígeno Disuelto, Coliformes Fecales, Potencial de Hidrógeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Temperatura o Cambio de Temperatura, Fosfatos, Nitratos, Sólidos Totales y Turbiedad. El ICA permite clasificar la calidad de las aguas según la escala indicada en la siguiente **Tabla 6-12**.

Tabla 6-12
Calidad del Agua Según Rangos de Valores del ICA

Rango	Calidad
91-100	No Contaminado (Excelente)
71-90	Aceptable (Buena)
51-70	Poco contaminada (Regular)
26-50	Contaminada (Mala)
0-25	Altamente Contaminada (Pésima)

Fuente: Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). 2013. Informe de Monitoreo de la Calidad del Agua en las Cuencas Hidrográficas de Panamá. Compendio de Resultados, Años 2009 – 2012.

En general, los resultados de dicho estudio señalan que los ríos Cascajal, Piedra y Viento Frío tuvieron un índice de calidad en el rango poco contaminado hasta la temporada seca 2007. Al año 2010, algunos puntos subieron su calidad de aceptable a no contaminado y en el río Pato, se alcanzó el rango de aceptable (**Tabla 6-13**).

Tabla 6-13
Índice de Calidad del Agua (ICA) de Algunos Ríos de la Cuenca 117 (Ríos entre el Chagres y Mandinga). Época Seca y Lluviosa 2006-2010

Río	Punto de Muestreo	2006		2007		2008		2009		2010	
		Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa
Cascajal	Fca. Privada, sendero Cascajal	63	65	63	89	69	82	88	NM	85	82
	Puente salida de Portobelo	59	58	60	87	70	79	92	77	82	83
	Desembocadura en bahía de Portobelo	56	55	62	86	67	78	80	76	82	82
Piedra	Canopy Tour	65	62	65	80	72	81	91	76	88	82
	Aserrío	65	59	56	81	76	82	93	75	86	86
	Puente vía a Portobelo	57	58	56	78	72	77	83	74	88	77
Pato	Dos Bocas/El Silencio	-	-	70	85	73	79	78	NM	89	68

Río	Punto de Muestreo	2006		2007		2008		2009		2010	
		Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa
	La Montrecosa	-	-	67	84	72	81	79	64	86	77
	Puente Jerry Thomas, sobre río Pató	-	-	54	81	71	79	81	61	88	74
Viento Frío	Toma de agua/ Qda. Dolores	60	64	61	93	73	75	90	NM	81	83
	Cuatro Caminos	60	56	59	94	73	73	79	70	80	76
	Puente vía a Viento Frío	53	45	60	88	72	71	78	70	85	78

Fuente: ANAM, 2010.

En el año 2015, para la elaboración del estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Renovación Urbana de Colón, se realizaron mediciones en campo y análisis de laboratorio de cuatro (4) muestras de agua de cuerpos de agua ubicados en el componente Altos de Los Lagos. Los resultados de las mediciones en campo arrojaron valores de pH que oscilaban de 8.5 a 9.0 y concentraciones de oxígeno disuelto que oscilaban entre 1.4 a 6.6 mg/L. De los parámetros analizados en el laboratorio, las concentraciones de coliformes fecales (1000 UFC/100 ml) y de demanda bioquímica de oxígeno (10.6, 11.7 y 14.9 mg/L), se encontraron por encima de los niveles o estándares de calidad de agua establecidos en las normativas de referencia. También se registraron niveles altos de coliformes totales entre 5210 y 12360 NMP/100 ml.

Caracterización actualizada de los cuerpos de agua

Como parte del presente estudio, durante el muestreo de peces y macroinvertebrados realizado en diciembre de 2022 se hizo una descripción cualitativa de los principales cursos de agua observados en el área a desarrollar, la cual se presenta a continuación:

Río Caño Sucio: Aguas estancadas en algunas secciones, con una turbiedad de un 75%. La quebrada estaba rodeada de diferentes tipos de vegetación en algunas secciones se observaron árboles dispersos, rastrojos y paja canalera.

Quebrada sin nombre: Este cuerpo de agua presenta un comportamiento estacional, de tal manera que en la temporada de lluvias recoge la escorrentía proveniente del sector ubicado al norte del área a desarrollar y la conduce en dirección oeste hasta desembocar en el río Caño Sucio, por este

motivo la quebrada no presentaba corriente de agua al momento del levantamiento de información en campo para la línea base, ya que esto fue realizado en la época seca. Antes de llegar a la desembocadura de esta quebrada, se observó la presencia de agua estancada, asociada con la ausencia de una corriente continua. La vegetación predominante en los márgenes de la quebrada, en el punto de cruce con la vía de acceso futuro, corresponde a bosque secundario maduro afectado por el camino existente, el cual tiene asociada una alcantarilla para el paso de las aguas.

Río Coco Solo: Aguas con alto grado de contaminación, con olor desagradable a aguas residuales y abundante acumulación de basura, con una turbiedad de un 90%, un ancho aproximado de tres a cinco metros y una profundidad de uno a dos metros. Al este, bosque de galería intervenido por comunidades cercanas, al oeste colinda con el bosque.

Por otra parte, el 7 y 9 de diciembre de 2022 se realizaron actividades asociadas a la colecta de dos (2) muestras de agua superficial, las cuales posteriormente fueron entregadas al laboratorio Envirolab para su análisis fisicoquímico y bacteriológico, así como la medición de parámetros en campo. En la **Tabla 6-14** a continuación se listan las coordenadas de los sitios muestreados. Cabe señalar que la quebrada sin nombre anteriormente descrita, no pudo ser incluida en la toma de muestras de agua superficial, en vista de que no presentaba corriente de agua en el punto de cruce con el área a ser intervenida, y solamente se observó presencia de agua estancada al oeste de dicho punto, sin embargo no se colectaron muestras debido a que las condiciones de estancamiento alteraban significativamente la calidad de las aguas por lo que no permitían caracterizar de forma representativa este cuerpo de agua.

Al final del capítulo se incluye el registro fotográfico del trabajo de campo.

Tabla 6-14
Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de agua superficial

Sitio de Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84	
Código	Ubicación	Este	Norte
AS-01	Caño sucio, en el punto de cruce con la zona de construcción de la vía de acceso futuro.	625028	1036319
AS-02	Río Coco Solo, tramo ubicado entre los polígonos este y oeste del área a desarrollar.	625619	1035665

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

En la **Tabla 6-15** se presentan los resultados de las mediciones en campo y de los análisis de laboratorio de las muestras de agua colectadas. Los informes de resultados del laboratorio se incluyen en el **Anexo 6-2**.

Tabla 6-15
Resultados de mediciones en campo y análisis de laboratorio
de las muestras de agua superficial

Parámetro	Unidades	Resultados		Niveles o estándares de calidad de agua	
		AS-01	AS-02	Decreto Ejecutivo No. 75*	Anteproyecto Aguas Naturales, Clase 1-C**
Mediciones en campo					
Temperatura	Δ°C	25.35	26.83	3	< 2
pH	Unidades de pH	7.0	7.35	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
Oxígeno disuelto	mg/L	8.24	3.05	> 7	> 6
Oxígeno disuelto	%	100.5	38.2	NC	NC
Sólidos disueltos totales	mg/L	0.153	0.272	< 500	< 500
Conductividad	mS/cm	0.235	0.418	NC	NC
Turbiedad	NTU	2.4	5.2	<50	<50 (época seca) <100 (época lluviosa)
Análisis de laboratorio					
Aceites y grasas	mg/L	1.80	2.40	< 10	< 10
Carbono Orgánico Total	mg/L	1.60	14.30	NC	NC
Coliformes Fecales	UFC/100 mL	50.00	2100.00	< 250	< 250

Parámetro	Unidades	Resultados		Niveles o estándares de calidad de agua	
		AS-01	AS-02	Decreto Ejecutivo No. 75*	Anteproyecto Aguas Naturales, Clase 1-C**
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	13.30	19.40	< 3	< 3
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	27.70	42.40	NC	NC
Hidrocarburos Totales	mg/L	1.60	1.60	< 0.05	< 50 µg/L (0.05 mg/L)
Pesticidas. Organoclorados	mg/L	<0,00043	<0,00043	NC	NC
Pesticidas. Organofosforados	mg/L	<0,00011	<0,00011	NC	NC
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	<7.00	<7.0	< 50	NC
Antimonio	mg/L	<0.02	<0.02	NC	NC
Arsénico	mg/L	<0.01	<0.01	< 0.1	< 5 µg/L (0.005 mg/L)
Berilio	mg/L	<0.03	<0.03	NC	NC
Cadmio	mg/L	<0.002	<0.002	< 0.03	< 1 µg/L (0.001 mg/L)
Cobre	mg/L	<0.09	<0.09	NC	< 10 µg/L (0.01 mg/L)
Cromo	mg/L	<0.05	<0.05	< 0.05	< 50 µg/L (0.05 mg/L)
Mercurio	mg/L	0.001	<0.001	< 0.01	< 0.2 µg/L (0.0002 mg/L)
Níquel	mg/L	<0.01	<0.01	NC	< 25 µg/L (0.025 mg/L)
Plata	mg/L	<0.01	<0.01	NC	NC
Plomo	mg/L	<0.01	<0.01	< 0.05	< 5 µg/L (0.005 mg/L)
Selenio	mg/L	<0.03	<0.03	NC	< 5 µg/L (0.005 mg/L)
Talio	mg/L	<0.19	<0.19	NC	NC
Zinc	mg/L	0.023	0.01	NC	< 180 (0.18 mg/L)

*Norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo. Los valores de los niveles de calidad señalados corresponden a la categoría de bajo riesgo con contacto directo.

** Anteproyecto sobre Normas de calidad ambiental para aguas naturales, Clase 1-C

NC: no considerado en las normativas. Se resaltan valores que exceden el límite máximo de la normativa.

Fuente: mediciones de campo realizadas por URS Holdings, Inc, 2022 / informes de resultados de laboratorio de Envirolab, 2022.

De acuerdo con los resultados de las mediciones en campo y de los análisis de laboratorio de las muestras de aguas superficiales presentados anteriormente, se identifica que la mayoría de los valores registrados de los parámetros analizados, para ambas muestras de agua, se encuentran por debajo de los valores máximos de los niveles o estándares de calidad establecidos en las normativas de referencia. Sin embargo, en la muestra AS-02 (río Coco Solo) se registró un valor de oxígeno disuelto (3.05 mg/L) por debajo del valor mínimo establecido (6 mg/L) y valores de coliformes fecales (2100 UFC/100 mL) por encima del nivel establecido en las normas de referencia (250 UFC/100 mL), así como, para ambas muestras, niveles de demanda bioquímica de oxígeno (13.30 y 19.40 mg/L) y de hidrocarburos totales (1.6 mg/L), por encima de los niveles máximos establecidos en las normativas de referencia (3.0 mg/L y 0.05 mg/L, respectivamente). Lo anterior, pudiera indicar la presencia de aportes de aguas residuales al río Coco Solo y a los canales de escorrentía que drenan al río Caño Sucio.

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

Los cuerpos de agua que transcurren en el área del proyecto y su colindancia (río Caño Sucio, quebrada sin nombre y río Coco Solo), han sido intervenidos previamente, para las actividades de ampliación de la pista del aeropuerto y para la construcción del proyecto Altos de los Lagos, razón por la cual su cauce original ha sido modificado.

El río Caño Sucio, en base al estudio hidrológico e hidráulico realizado por Ingenieros Geotécnicos S.A. (2023), se estimó por el Método Regional un caudal máximo instantáneo de 133.58 m³/s, 151.05 m³/s y 214.74 m³/s para un período de retorno de 50, 100 y 1000 años, respectivamente.

Por su parte, con el mismo método, para el río Coco Solo se estimó un caudal máximo instantáneo de 252.68 m³/s, 285.74 m³/s y 406.21 m³/s para un período de retorno de 50, 100 y 1000 años, respectivamente.

De acuerdo con los datos observados en campo, la quebrada sin nombre presentó ausencia de caudal con fondos arcilloso y arenoso con hojarasca, con un ancho aproximado de uno a dos metros y una profundidad alrededor de un metro. Se estima que este cuerpo de agua tendría un caudal

máximo instantáneo para un período de retorno de 50 años de 6.72 m³/s (Método Racional), con caudal mínimo de aproximadamente 1.4 litros por segundo y un caudal medio de 17 litros por segundo, lo que implica que este afluente se seca completamente durante la época seca de enero a marzo.

Más información sobre el análisis hidrológico e hidráulico de los cuerpos de agua se presenta en el **Anexo 6-3**.

6.6.1.b. Corrientes, Mareas y Oleajes

El proyecto no incluye obras ni actividades en el área marina y tampoco se encuentra cercana a esta, por lo que este punto **no aplica** para la evaluación del presente proyecto.

6.6.2. Aguas Subterráneas

En América Central y Panamá se han llevado a cabo estudios que 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.

En la parte norte de la cuenca del Canal de Panamá, The Louis Berger Group (2004) determinó que el nivel freático evidencia un comportamiento estacional, que durante la temporada seca se deprime por debajo de los cinco metros de superficie. Sin embargo, debido a la textura de los suelos, que es de un alto contenido de arcillas plásticas y al hecho de que existe un horizonte argílico (acumulación de arcillas), se produce un nivel freático colgante que se encuentra a menos de un metro de la superficie. Estos niveles suben en la temporada lluviosa a menos de 50 cm de la superficie, causando en algunas áreas problemas de drenaje superficial, y en algunos casos, aflorando a la superficie.

Los niveles de agua subterránea pueden variar anualmente en función de los volúmenes de precipitación y con la fluctuación de las mareas. La información existente respecto al agua subterránea en el área a desarrollar es muy limitada.

Según la evaluación realizada por Ingenieros Geotécnicos S.A. (febrero 2023), y tomando como referencia el Mapa Hidrogeológico de Panamá (ETESA, 1999), el área a desarrollar presenta acuíferos locales constituidos por volcanitas, depósitos marinos y lacustres consolidados y no consolidados. Las zonas meteorizadas pueden funcionar como acuitardos. La calidad química de las aguas es variable desde buenas hasta aguas salobres. La unidad hidrogeológica en este grupo de acuíferos se caracteriza por tener permeabilidad baja a muy baja y en ella se encuentran acuíferos de baja producción ($q=1-3 \text{ m}^3/\text{h}$).

En la formación geológica predominante en el proyecto (Formación Gatún), debido a su baja permeabilidad, los acuíferos están limitados a zonas donde exista un perfil de meteorización lo suficiente potente para albergar agua, o zonas de contacto entre rocas.

6.6.2.a Identificación del Acuífero

Este punto **no aplica** para Estudios de Impacto Ambiental categoría II, según se establece en el Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto de 2009, Título III De los Estudios de Impacto Ambiental, Capítulo III de los contenidos mínimos y Términos de Referencia Generales de los Estudios de Impacto Ambiental.

6.7. Calidad del Aire

En Panamá se cuenta con una limitada disponibilidad de estaciones de monitoreo de calidad del aire que ofrezcan registros a lo largo del tiempo, para disponer de una caracterización histórica de la calidad del aire existente.

A nivel regional y según lo señalado en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) para la Ampliación del Canal de Panamá (URS, 2007) y en el EsIA para el proyecto Renovación Urbana de Colón (URS, 2015), la información contenida en estudios previos del sector atlántico del Canal, en el área del Puerto Cristóbal, indican la presencia de las concentraciones promedio anuales de $17.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 , de $3.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 , de $27.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de O_3 , de $47.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} y de

58.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} , este último en promedio en 24 horas. Los resultados de PM_{10} exceden los valores guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Como parte del presente estudio, se realizaron mediciones de calidad del aire en dos (2) sitios los días 6 y 7 de diciembre de 2022 para el sitio AA-01 y los días 27 y 28 de diciembre en el sitio AA-02, con el fin de obtener información actualizada de las condiciones existentes en sitios colindantes con el área a desarrollar. En cada punto se realizaron mediciones de material particulado mayor a 10 micras (PM_{10}), dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) y monóxido de carbono (CO), durante períodos de 24 horas. En la **Tabla 6-16** se muestran las coordenadas UTM (Datum WGS84) de los puntos de medición y una referencia de su localización.

Tabla 6-16
Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de calidad del aire

Sitio de medición		Coordenadas UTM (WGS 84)	
Código	Ubicación de referencia	Este	Norte
AA-01	Aeropuerto Enrique Adolfo Jiménez, al suroeste del área a desarrollar.	624833	1035046
AA-02	Centro Educativo Altos de los Lagos, al este del área a desarrollar.	626262	1035853

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

En la **Tabla 6-17** se presentan los resultados obtenidos durante las mediciones y su comparación con los límites máximos señalados en las normas de referencia. En el anexo fotográfico (al final del capítulo) se muestran las actividades realizadas y en el **Anexo 6-4** se incluye el informe del equipo de medición y certificado de calibración.

Tabla 6-17
Mediciones de Calidad de Aire en sitios colindantes con el área a desarrollar

Sitio	Material particulado (24 horas)	Monóxido de Carbono (24 horas)	Dióxido de Azufre (24 horas)	Dióxido de Nitrógeno (24 horas)
	PM ₁₀ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
AA-01	19.00	0.13	216.87	104.70
AA-02	2.08	0.01	207.56	61.52
Normativas de referencias				
OMS*	45 (24 horas)	4 (24 horas)	40 (24 horas)	25 (24 horas)
Anteproyecto Panamá**	150 (24 horas)	10000 (8 horas)	365 (24 horas)	150 (24 horas)

* Guías de Calidad del Aire de la OMS, 2021.

** Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire de la República de Panamá

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

Los resultados obtenidos en las mediciones de calidad del aire en sitios colindantes con el área de del proyecto muestran que los valores de partículas menores de 10 micras (PM₁₀) y de monóxido de carbono (CO), en ambos sitios de medición, se encuentran por debajo de los valores guías de calidad de aire recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), sin embargo, en ambos sitios de medición los valores registrados de dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de nitrógeno (NO₂) superan los valores guías de calidad de aire recomendados por la OMS. Presentándose los mayores valores en el sitio de medición AA-01 ubicado en el área del aeropuerto. No obstante, estos valores no superan los valores indicados en el Anteproyecto de Norma de Calidad de Aire de Panamá.

6.7.1. Ruido y Vibraciones

Ruido

Para la caracterización del ruido ambiental se realizaron mediciones en seis (6) sitios seleccionados por la presencia de receptores sensibles y accesibilidad. Estas mediciones fueron realizadas el 5, 6 y 7 de diciembre de 2022. Las coordenadas UTM (Datum WGS84) de los puntos de medición se presentan en la **Tabla 6-18**. Las mediciones fueron realizadas por una hora en cada punto y en período diurno, para así determinar las condiciones existentes actualmente y relacionarlo con el

potencial efecto del ruido sobre los receptores sensibles existentes, es decir, aquellas actividades que podrían estar sujetas a efectos significativos debido al ruido, como es el caso de residencias y oficinas, entre otros.

Tabla 6-18
Coordenadas UTM de los sitios de medición de ruido ambiental

Sitios de medición		Coordenadas UTM (WGS84)	
Código	Ubicación de referencia	Este	Norte
RA-01	Al este del área a desarrollar, cerca del edificio H 37 de Altos de los Lagos.	625836	1036194
RA-02	Al este del área a desarrollar cerca del edificio H013 de Altos de los Lagos.	625909	1035621
RA-03	Contiguo a las localidades de Los Lagos y Caanán, al sur del área a desarrollar.	625597	1035061
RA-04	Aeropuerto Enrique Adolfo Jiménez, al suroeste del área a desarrollar.	624834	1035020
RA-05	Al noroeste del área a desarrollar en sector con empresas en operación (Transporte Roda, IT Galeta).	624760	1036844
RA-06	Al oeste del área a desarrollar, cerca del patio de contenedores del Manzanillo International Terminal.	623710	1036232

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

Las condiciones climáticas durante las mediciones en los diferentes sitios fueron, soleado en cinco (5) sitios de medición y nublado en un sitio, temperatura entre 28.8 y 35.2 °C y con un porcentaje de humedad relativa entre 47.8 y 72.7% Las condiciones atmosféricas registradas durante las mediciones se muestran en **Tabla 6-19** a continuación.

Tabla 6-19
Condiciones Climáticas en los sitios de medición de ruido ambiental

Sitio	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Velocidad del Viento (km/h)
RA-01	47.8	35.2	2.5
RA-02	63.4	31.6	1.7
RA-03	55.8	35.1	3.5
RA-04	61.3	32.2	3.2
RA-05	72.7	28.8	0.1
RA-06	56.4	34.0	4.5

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

De acuerdo con los resultados de las mediciones de ruido ambiental realizadas (ver **Tabla 6-20**), en tres (3) de los sitios de medición se superó el límite máximo permisible establecido en la normativa (60 dBA), los cuales corresponden a los sitios RA-01, RA-05 y RA-06, con valores de 62.8, 70.3 y 72.4 dBA respectivamente. Estos sitios de medición se encuentran cerca de vías y durante las mediciones se registraron diferentes fuentes de ruido, tales como: niños gritando, movimiento de maquinarias para construcción, perros ladrando, trinar de aves, música proveniente de apartamentos, vehículos y camiones encendidos, movimiento de equipo pesado, personas hablando y paso constante de vehículos por las vías.

Tabla 6-20
Resultados de las mediciones de ruido ambiental

Sitio	Nivel de ruido ambiental	Límite máximo permisible Decreto Ejecutivo No. 1* (dBA)
	Leq (dBA)	
RA-01	62.8	60 (diurno)
RA-02	54.3	
RA-03	51.1	
RA-04	50.6	
RA-05	70.3	
RA-06	72.4	

Leq: nivel de ruido equivalente.

* Por el cual se determina los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales.

Se resaltan valores que superan el límite máximo permisible establecido por la norma.

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

En el anexo fotográfico se muestran las actividades realizadas durante las mediciones y en el **Anexo 6-5** se presentan los formularios con la información recopilada en campo, el informe generado por el equipo utilizado y su certificado de calibración.

Vibraciones

Mediciones de vibraciones ambientales dirigidas a conocer las condiciones existentes actualmente por efecto de las actividades presentes en el entorno del área a desarrollar, fueron realizadas los días 5, 6 y 7 de diciembre de 2022, en los sitios cuyas coordenadas se muestran en la **Tabla 6-21**. Al final del capítulo se presenta un registro fotográfico de las actividades realizadas. En el **Anexo 6-6** se presentan los formularios con la información recopilada en campo, el informe generado por el equipo utilizado y su certificado de calibración.

Tabla 6-21
Coordenadas UTM de los sitios de medición de vibraciones ambientales

Sitios de medición		Coordenadas UTM (WGS84)	
Código	Ubicación de referencia	Este	Norte
VA-01	Al este del área a desarrollar, cerca del edificio H 37 de Altos de los Lagos.	625836	1036194
VA-02	Al este del área a desarrollar cerca del edificio H013 de Altos de los Lagos.	625909	1035621
VA-03	Contiguo a las localidades de Los Lagos y Caanán, al sur del área a desarrollar.	625597	1035061
VA-04	Aeropuerto Enrique Adolfo Jiménez, al suroeste del área a desarrollar.	624834	1035020
VA-05	Al noroeste del área a desarrollar en sector con empresas en operación (Transporte Roda, IT Galeta).	624760	1036844
VA-06	Al oeste del área a desarrollar, cerca del patio de contenedores de Manzanillo International Terminal.	623710	1036232

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

Tal y como se observa en la **Tabla 6-22**, los resultados registrados de las vibraciones ambientales en cuanto a la Velocidad Pico de Partículas (VPP) oscilan entre 0.063 y 0.667 mm/s, valores muy por debajo al límite establecido en la norma de referencia (50 mm/s), observándose además que,

en cada punto de medición, la mayor magnitud registrada se presenta en los ejes transversal y longitudinal, excepto para los sitios VA-05 y VA-06 donde fueron registrados en el eje vertical. Los resultados obtenidos se relacionan con las vibraciones generadas principalmente por el paso de vehículos y camiones en las vías.

Tabla 6-22
Resultados de las mediciones de vibraciones ambientales

Sitio de Medición	Tipo de receptor más Cercano (Colindantes)	Eje de Medición	Velocidad Pico de Partículas (VPP) (mm/s) / Frecuencia (Hz)		Límite máximo permisibles para edificios normales* (Anteproyecto de Norma de Vibraciones Ambientales de Panamá) VPP (mm/s)
			mm/s	Hz	
VA-01	Vialidad Edificios residenciales	Eje Transversal	0.079	>100	50 mm/s
		Eje Vertical	0.063	>100	50 mm/s
		Eje Longitudinal	0.079	85	50 mm/s
VA-02	Vialidad Edificios residenciales Edificios comerciales Depósito	Eje Transversal	0.079	85	50 mm/s
		Eje Vertical	0.063	>100	50 mm/s
		Eje Longitudinal	0.079	>100	50 mm/s
VA-03	Estructuras abandonadas	Eje Transversal	0.079	85	50 mm/s
		Eje Vertical	0.063	>100	50 mm/s
		Eje Longitudinal	0.079	>100	50 mm/s
VA-04	Vialidad Garita de acceso	Eje Transversal	0.111	51	50 mm/s
		Eje Vertical	0.063	>100	50 mm/s
		Eje Longitudinal	0.127	39	50 mm/s
VA-05	Vialidad Comercios de una planta	Eje Transversal	0.349	9.0	50 mm/s
		Eje Vertical	0.667	14	50 mm/s
		Eje Longitudinal	0.270	15	50 mm/s
VA-06	Vialidad	Eje Transversal	0.444	13	50 mm/s
		Eje Vertical	0.556	18	50 mm/s
		Eje Longitudinal	0.302	16	50 mm/s

*Edificio normal definido en la norma como aquellos que cumplen con el Reglamento de diseño estructural en la República de Panamá y no corresponden a asilos, hospitales, edificios con valor histórico, residencias o edificios no reforzados.

En cada punto de medición se resalta el eje en el cual se registró la mayor velocidad de partículas.

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

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.

Durante el levantamiento de la línea base para el presente estudio, URS procedió a realizar la caracterización general de los olores percibidos en el área a desarrollar y su entorno inmediato, las cuales se realizaron mediante inspecciones de reconocimiento para identificar las fuentes de olor. En términos generales en el área de estudio no se percibieron olores molestos, fueron áreas muy puntuales en donde se identificaron olores, y los resultados obtenidos son presentados en la **Tabla 6-23**, para cada sector evaluado.

Tabla 6-23
Olores percibidos en el área a desarrollar y áreas colindantes

No.	Sector	Características Percibidas
1	Cerca del edificio H37 de Altos de los Lagos, sector este del área a desarrollar.	Olores provenientes de basureros cercanos al sitio de medición.
2	Sector este del área a desarrollar, al norte del punto anterior y cerca del edificio H013.	No se percibieron olores en este sector.
3	Polígono este del área a desarrollar	En el área se percibían olores de quema de basura en las viviendas cercanas al sitio.
4	Sector oeste del área a desarrollar, cerca del aeropuerto Enrique Adolfo Jiménez.	No se percibieron olores en este sector.
5	Sector norte del área a ser afectada, cerca de empresas en operación	Se percibió olor a tierra húmeda y humo (emisiones vehiculares) proveniente del paso de camiones en la vía.
6	Sector del patio de contenedores del Manzanillo International Terminal	No se percibieron olores en el área.
7	En la zona boscosa en el centro del polígono oeste del área a desarrollar.	Se percibió olor a tierra húmeda y olores provenientes de la vegetación circundante y de presencia de fauna silvestre.

Fuente: URS Holdings, Inc. 2023.

² OMS, 1994.

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

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

6.8.1. Riesgo Sísmico

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: la Placa Caribe al Norte, la Placa de Nazca al Sur, la Placa del Coco al Sudoeste y la Placa Suramericana al Este.

El Instituto de Geociencias de Universidad de Panamá ha confeccionado un Mapa de Amenaza Sísmica para la República de Panamá en el que se puede observar que el sector donde se ubica el área a desarrollar es considerado de bajo riesgo sísmico con una aceleración menor de 3.0 m/s^2 en una escala que llega hasta 6.2 m/s^2 , (ver **Figura 6-8** al final del capítulo).

Según revisión realizada por Ingenieros Geotécnicos S.A. (2023), en la provincia de Colón, desde un punto de vista histórico, no presenta una alta actividad sísmica, lo cual ha dificultado una estimación de los patrones sísmicos en estas zonas. Sin embargo, estudios geológicos realizados en la zona del canal y sus alrededores han identificado un grupo de fallas de gran extensión. Adicionalmente, con el objetivo de identificar si existe actividad sísmica en estas fallas, se han realizado estudios paleo sísmicos basados en observaciones de la estratigrafía de sedimentos de épocas recientes, donde la discordancia entre capas de sedimentación se interpreta como el resultado de un evento sísmico de alta importancia. Los resultados de estos estudios indican que hay evidencia de actividad sísmica en la Falla de Pedro Miguel, Falla Limón y Falla Río Gatún.

La falla Río Gatún, la más cercana al área zona a desarrollar, no presenta evidencia de importante deformación entre sus bloques. Sin embargo, al considerarse activa se estima que existe desplazamiento en esta, acumulando energía que puede desencadenar en evento sísmico.

6.9. Identificación de los Sitios Propensos a Inundaciones

Las características hidrológicas y geomorfológicas del área a desarrollar le otorgan una baja susceptibilidad a inundaciones, por corresponder principalmente a una zona con elevaciones y pendientes que favorecen la circulación del agua.

El Atlas Ambiental de la República de Panamá del año 2010 presenta el resultado de un análisis de susceptibilidad a inundaciones a nivel de cuencas hidrográficas, así como de información recabada en las comunidades respecto a la susceptibilidad a inundaciones a nivel de cuencas hidrográficas en el país. Tal como se muestra en la **Figura 6-9** (al final del capítulo), la cuenca No. 117 de los ríos entre Chagres y Mandinga, dentro de la cual se localiza el área a desarrollar, mantiene una susceptibilidad de inundación de nivel bajo.

Por otra parte, de acuerdo con la base de datos del inventario de desastres naturales disponible vía web a través del Sistema DesInventar (<https://online.desinventar.org/>), en los últimos veinte (20) años se han registrado catorce (14) eventos de inundaciones en el corregimiento de Cristóbal del distrito de Colón, provincia de Colón ocurridos en los años 2002, 2006, 2007, 2008, 2015, 2018 y 2019, registrándose la mayor cantidad de sectores o barriadas (6) afectadas durante el año 2007. Los sectores y barriadas afectadas por las inundaciones registradas en este inventario en los últimos veinte (20) años fueron: Villa del Caribe, La Playita, Eben-Ezer, El Límite, Sector 2-1 El Caminito de Puerto Escondido, Villa Venecia, La Resurrección, La Amistad, Los Laguitos y Sector 2-2.

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 misma 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.

La pérdida de suelo por erosión y deslizamientos es importante debido a que el suelo es transportado por la escorrentía superficial hacia las corrientes naturales (ríos, quebradas y lagos) como sedimentos en suspensión. Los sedimentos tienen el potencial de contaminar las aguas, colmatar lagos y afectar ecosistemas sensibles aguas abajo de su fuente.

La **Figura 6-10**, al final del capítulo, presenta el resultado de un análisis de susceptibilidad a deslizamientos a nivel de distritos, de acuerdo con el Atlas Ambiental 2010, en la cual se observa que, en el distrito de Colón, dentro del cual se localiza el área a desarrollar, la susceptibilidad a deslizamientos es alta.

Por otra parte, a través de la base de datos del sistema DesInventar (<https://online.desinventar.org/>), se identifica que en los últimos veinte (20) años se han presentado deslizamientos en el corregimiento de Cristóbal del distrito y provincia de Colón, registrándose diez (10) eventos de deslizamientos en los años 2001, 2002, 2008, 2015, 2016, 2018 y 2019, con un evento por año, con excepción del año 2015 donde se registraron cuatro (4) eventos. Las barriadas y sectores afectados por estos deslizamientos fueron la barriada Medalla Milagrosa, Puerto Escondido Valle Verde, El Nazareno, Villa Luzmila, Sector Calle la Verbena #2 El Valle, Sector Puerto escondido 2-5 y Sector El Éxodo.



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía
No. 1

Fecha:
09-12-2022

Descripción:

Muestra de suelo - SUE-01.

Vista del sitio de muestreo ubicado en las cercanías del área de construcción de la vía de acceso futuro.

Obtención de muestra de suelo mediante el uso de barreno manual.



Fotografía
No. 2

Fecha:
09-12-2022

Descripción:

Muestra de suelo - SUE-02.

Sitio de muestreo localizado en el sector noroeste del polígono oeste del área a desarrollar.

Obtención de muestra de suelo mediante el uso de barreno manual.





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía
No. 3

Fecha:
09-12-2022

Descripción:

Muestra de suelo - SUE-03.

Sitio de toma de muestra ubicado en el sector suroeste del polígono oeste del área a desarrollar.

Obtención de submuestras de suelo y su colocación en bolsa plástica para su homogenización y envasado para envío al laboratorio.



Fotografía
No. 4

Fecha:
09-12-2022

Descripción:

Muestra de suelo - SUE-05.

Sitio de toma de muestra ubicado en el polígono este del área a desarrollar.

Obtención de muestra de suelo mediante el uso de barreno manual.





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía

No. 5

Fecha:

09-12-2022

Descripción:

Muestra de sedimentos de cuerpo de agua - SED-01.

Toma de muestra de sedimentos en el río Caño Sucio, en el punto de cruce con la zona de construcción de la vía de acceso futuro.



Fotografía

No. 6

Fecha:

09-12-2022

Descripción:

Muestra de agua superficial – AS-01.

Mediante una sonda Marca Horiba se realizaron mediciones de oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH y conductividad, en punto ubicado en el río Caño Sucio, en el punto de cruce con la zona de construcción de la vía de acceso futuro.



URS		REGISTRO FOTOGRÁFICO	
Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo		Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.	
Fotografía No. 7	Fecha: 07-12-2022		
Descripción: Muestra de agua superficial – AS-02. Toma de muestras de agua y llenado de los recipientes suministrados por el laboratorio en punto ubicado en el tramo del río Coco Solo ubicado entre los polígonos este y oeste del área a desarrollar.			
Fotografía No. 8	Fecha: 07-12-2022		
Descripción: Izquierda: Medición de calidad del aire en el sitio AA-01. Punto ubicado en el Aeropuerto Enrique Adolfo Jiménez, al suroeste del área a desarrollar. Derecha: Medición de calidad del aire en el sitio AA-02. Punto ubicado contiguo al Centro Educativo Altos de los Lagos, al este del área a desarrollar.			



REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía

No. 9

Fecha:

05-12-2022

Descripción:

Medición de ruido ambiental en el sitio RA-01.

Punto ubicado al este del área a desarrollar, cerca del edificio H37 de Altos de los Lagos.



Fotografía

No. 10

Fecha:

05-12-2022

Descripción:

Medición de ruido ambiental en el sitio RA-02.

Medición de ruido en intervalo de 1 hora en punto ubicado al este del área a desarrollar, cerca del edificio H013 de la barriada Altos de los Lagos.





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía

No. 11

Fecha:

06-12-2022

Descripción:

Medición de ruido ambiental en el sitio RA-03.

Punto contiguo a las localidades de Los Lagos y Caanán, al sur del área a desarrollar.



Fotografía

No. 12

Fecha:

06-12-2022

Descripción:

Medición de ruido ambiental en el sitio RA-04.

Punto localizado en el Aeropuerto Enrique Adolfo Jiménez, al suroeste del área a desarrollar.





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía

No. 13

Fecha:

06-12-2022

Descripción:

Medición de ruido ambiental en el sitio RA-05.

Punto ubicado al noroeste del área a desarrollar en sector con empresas de transporte en operación (Transporte Roda, IT Galeta).



Fotografía

No. 14

Fecha:

07-12-2022

Descripción:

Medición de ruido ambiental en el sitio RA-06.

Punto ubicado al oeste del área a desarrollar, cerca del patio de contenedores del Manzanillo International Terminal.





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía

No. 15

Fecha:

05-12-2022

Descripción:

Medición de vibraciones ambientales en el sitio VA-01.

Punto ubicado al este del área a desarrollar, cerca del edificio H37 de la barriada Altos de los Lagos.



Fotografía

No. 16

Fecha:

05-12-2022

Descripción:

Medición de vibraciones ambientales en el sitio VA-02.

Punto localizado al este del área a desarrollar, cerca del edificio H013 de la barriada Altos de los Lagos.





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía
No. 17

Fecha:
06-12-2022

Descripción:

Medición de vibraciones ambientales en el sitio VA-03.

Punto contiguo a las localidades de Los Lagos y Caanán, al sur del área a desarrollar.



Fotografía
No. 18

Fecha:
06-12-2022

Descripción:

Medición de vibraciones ambientales en el sitio VA-04.

Punto localizado en el Aeropuerto Enrique Adolfo Jiménez, al suroeste del área a desarrollar.





REGISTRO FOTOGRÁFICO

Proyecto: Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II, Nivelación de Terreno para Futuro Desarrollo

Ubicación: Corregimiento de Cristóbal Este, distrito de Colón, provincia de Colón.

Fotografía

No. 19

Fecha:

06-12-2022

Descripción:

Medición de vibraciones ambientales en sitio VA-05.

Punto ubicado al noroeste del área a desarrollar en sector con empresas de transporte en operación (Transporte Roda e IT Galeta).



Fotografía

No. 20

Fecha:

07-12-2022

Descripción:

Medición de vibraciones ambientales en el sitio VA-06.


Punto ubicado al oeste del área a desarrollar, cerca del patio de contenedores del Manzanillo International Terminal.



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA II
NIVELACIÓN DE TERRENO PARA
FUTURO DESARROLLO**

FIGURA N° 6-2
FORMACIONES GEOLÓGICAS

LEYENDA

- Lugares poblados
- Límite de costa
- Río principal
- Red Vial
 - Vía principal
 - Vía secundaria
- == **Límite de corregimientos**
-  Área a desarrollar

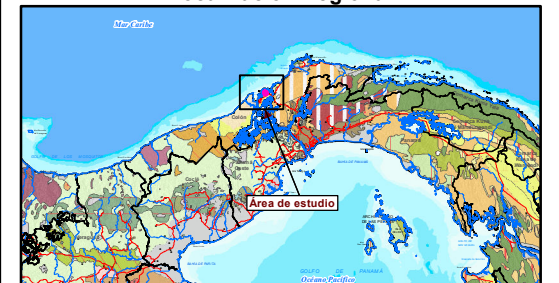


Norte de Cuadrícula U.T.M.
Datum WGS84
Zona 17

Escala:
1:50,000



Localización Regional

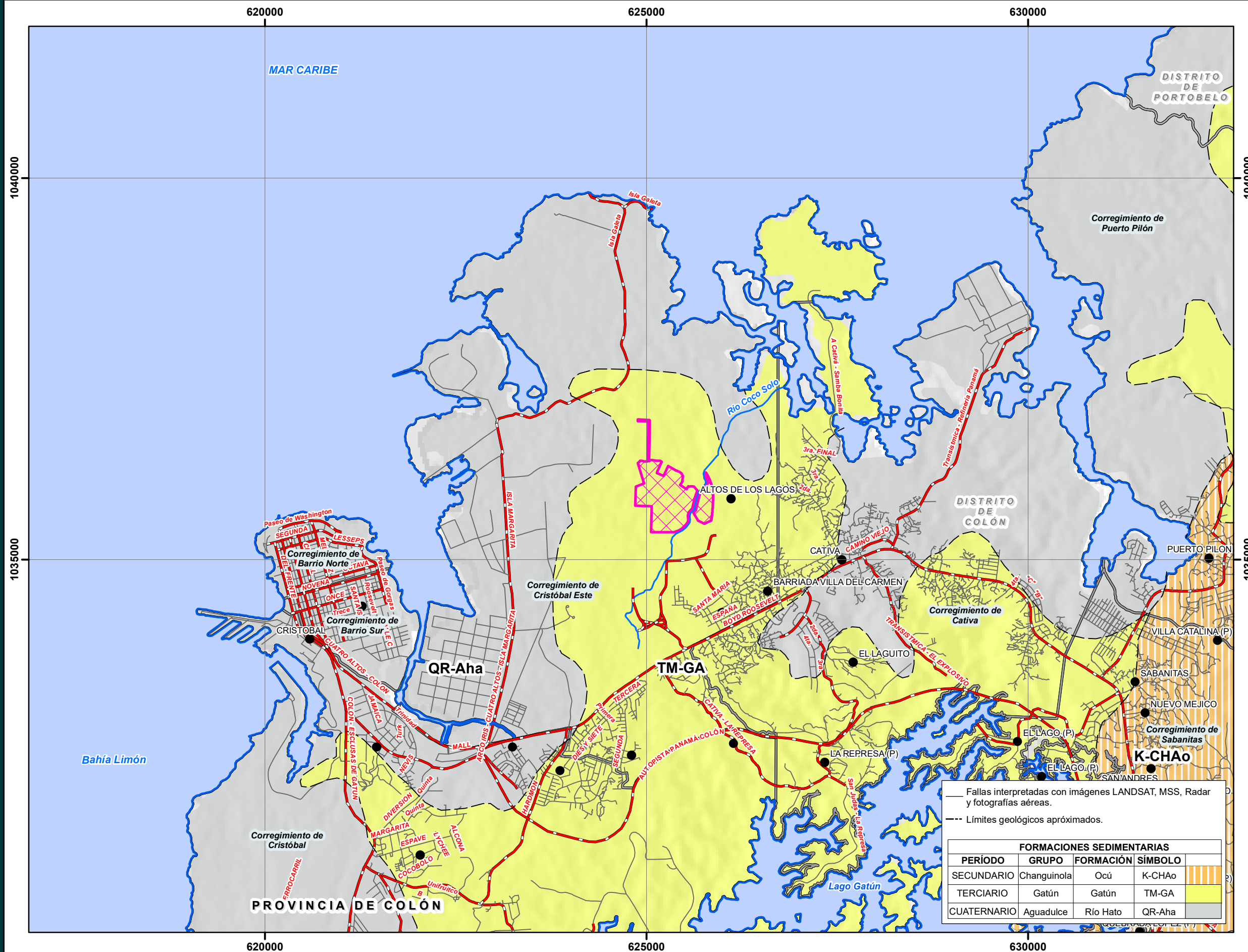


Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - AECOM (legacy URS Holdings, Inc.) / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

Promotor:

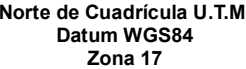
Consultor:

**SGP Biorefinería
(Panamá), SRL**



LEYENDA

- Lugares poblados
- Límite de costa
- Río principal
- Red Vial
- Vía principal
- Vía secundaria
- *Límite de corregimientos*
- Área a desarrollar



Escala:
1:50,000



The map shows the Iberian Peninsula with various geographical features and administrative boundaries. A red box labeled 'Area de estudio' is located in the northwestern part of Spain, with arrows pointing to a more detailed inset map of that region. The inset map shows a network of roads and rivers in the area around Oviedo and Gijón.

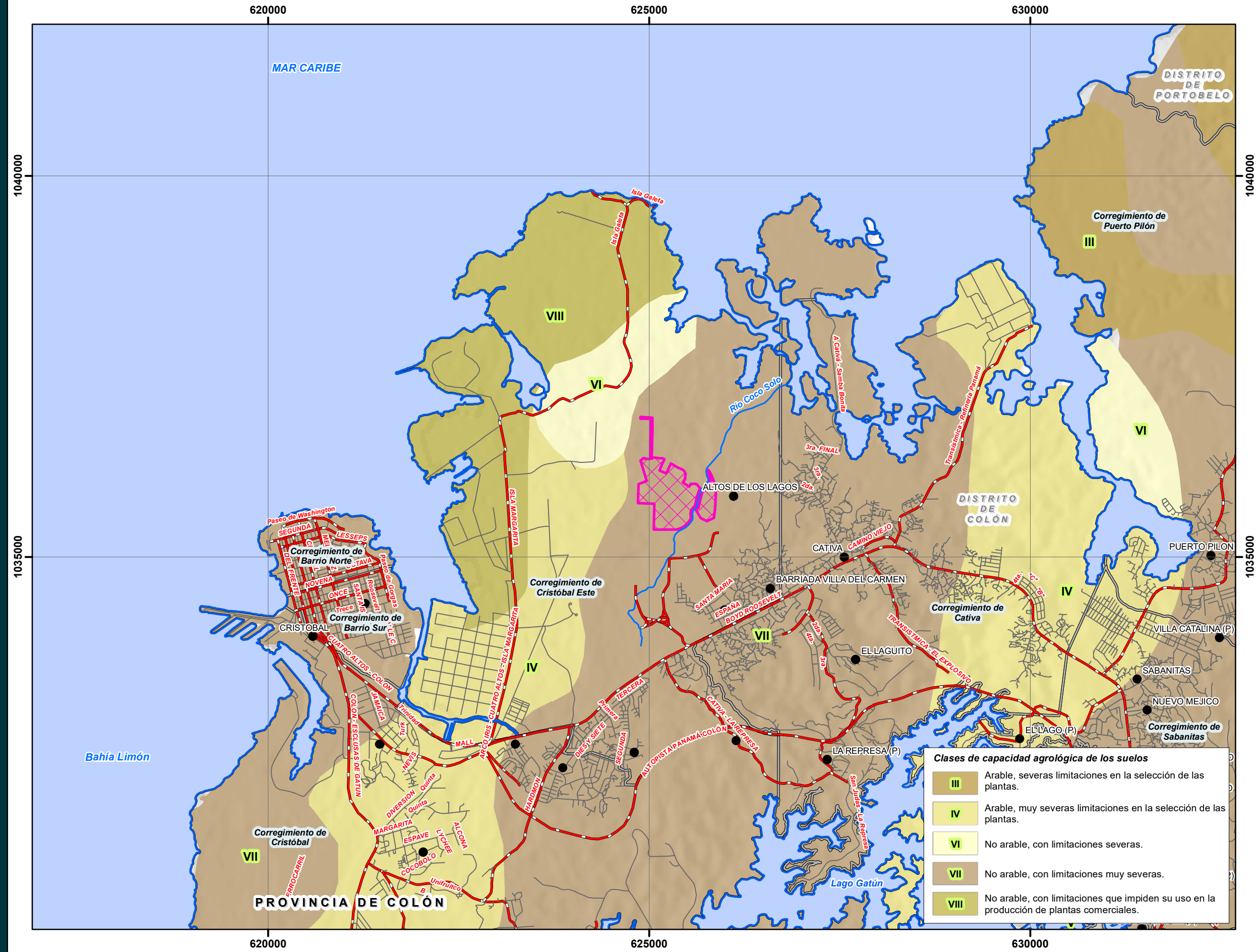
Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá /Base de Datos SIG - AECOM (legacy URS Holdings, Inc.) / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010.

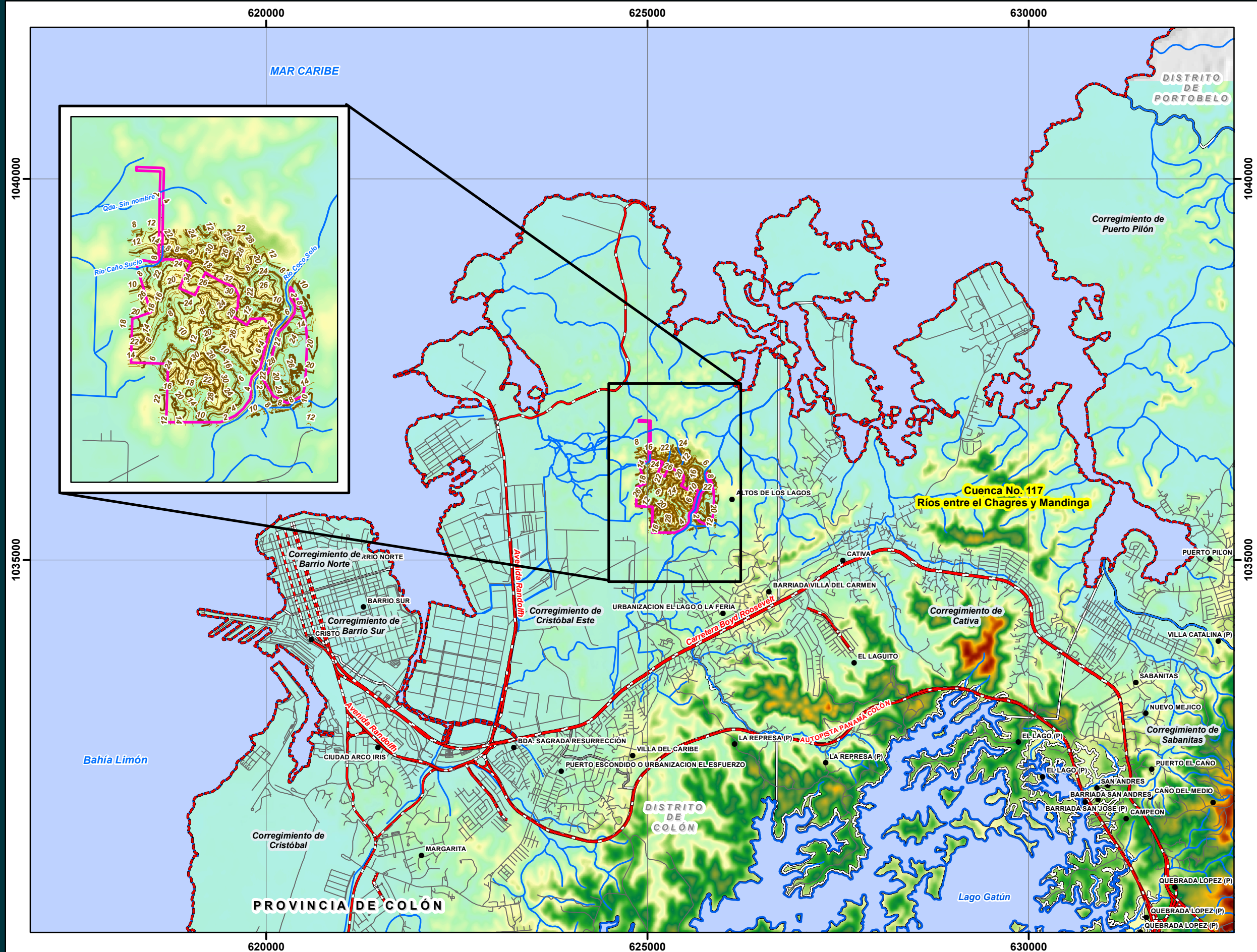
Promotor:

Consultor:

**SGP Biorefinería
(Panamá), SRL**

URS



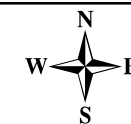


**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA II
NIVELACIÓN DE TERRENO PARA
FUTURO DESARROLLO**

**FIGURA N° 6-5
TOPOGRAFÍA E HIDROLOGÍA**

LEYENDA

- Lugares poblados
- Límite de costa
- Río principal
- Ríos secundarios y quebradas
- Red Vial
 - Vía principal
 - Vía secundaria
- Límite de corregimientos
- ▨ Cuencas hidrográficas
- ▨ Área a desarrollar
- Curvas de nivel (m.s.n.m.)
 - Curvas de nivel cada 10 m.s.n.m.
 - Curvas de nivel cada 4 m.s.n.m.

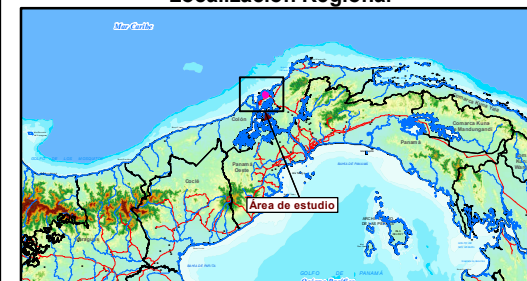


Norte de Cuadrícula U.T.M.
Datum WGS84
Zona 17

Escala:
1:50,000



Localización Regional



Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - AECOM (legacy URS Holdings, Inc.) / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010. Estudio Hidrológico. Ingenieros Geotécnicos, S.A. Marzo, 2023.

Promotor:

**SGP Biorefinería
(Panamá), SRL**

Consultor:

URS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA II
NIVELACIÓN DE TERRENO PARA
FUTURO DESARROLLO

FIGURA N° 6-5a
TOPOGRAFÍA E HIDROLOGÍA
(ÁREA A DESARROLLAR), ESCALA 1:7,500

LEYENDA

- Lugares poblados
- Límite de costa
- Ríos principales
- Ríos secundarios y quebradas
- Red Vial
 - Vía principal
 - Vía secundaria
- Límite de corregimientos
- Área a desarrollar
- Curvas de nivel (m.s.n.m.)
 - Curvas de nivel cada 10 m.s.n.m.
 - Curvas de nivel cada 4 m.s.n.m.

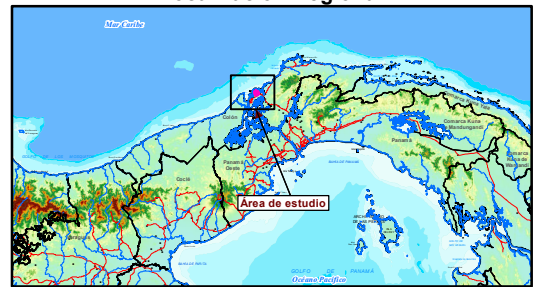


Norte de Cuadrícula U.T.M.
Datum WGS84
Zona 17

Escala:
1:7,500



Localización Regional

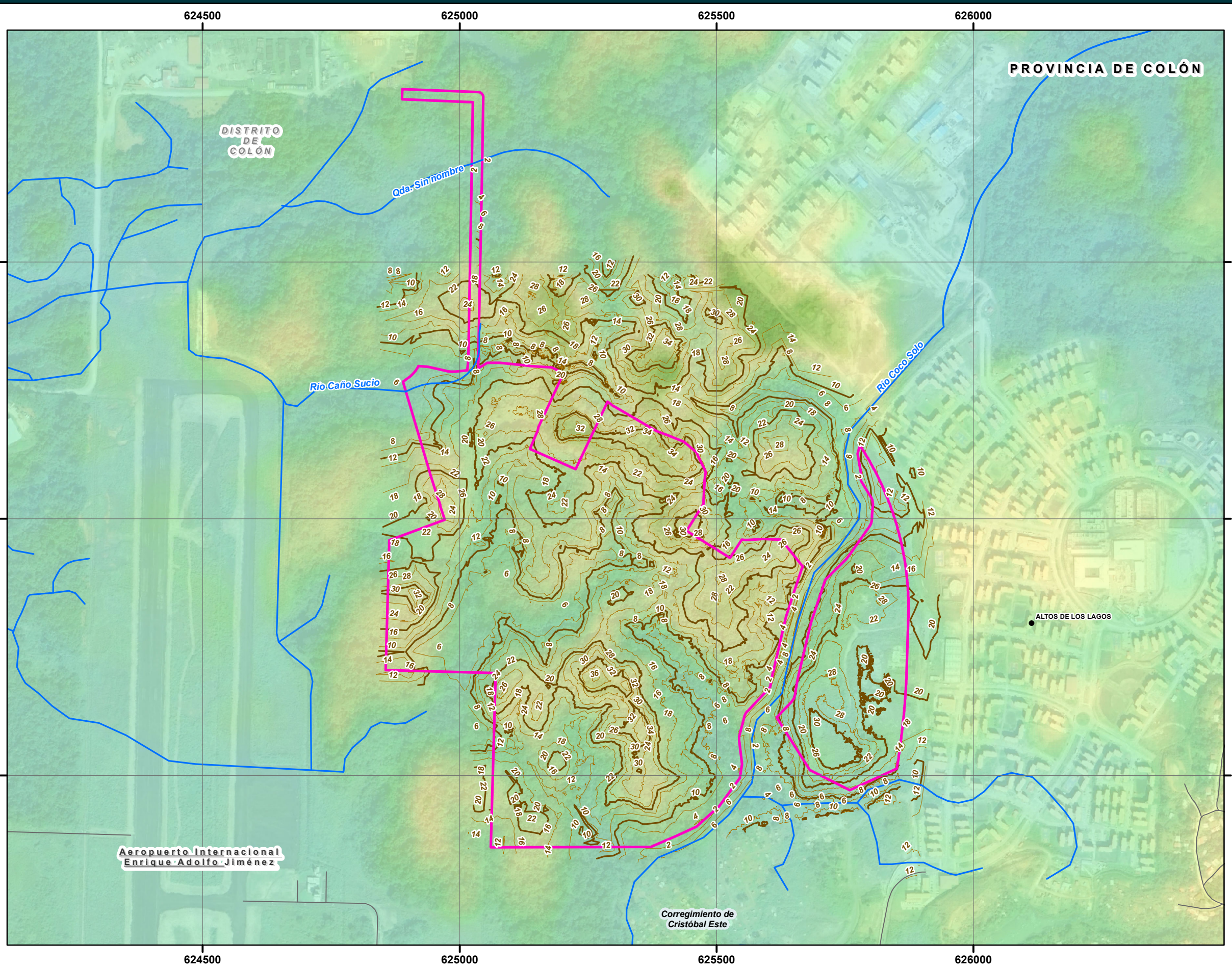


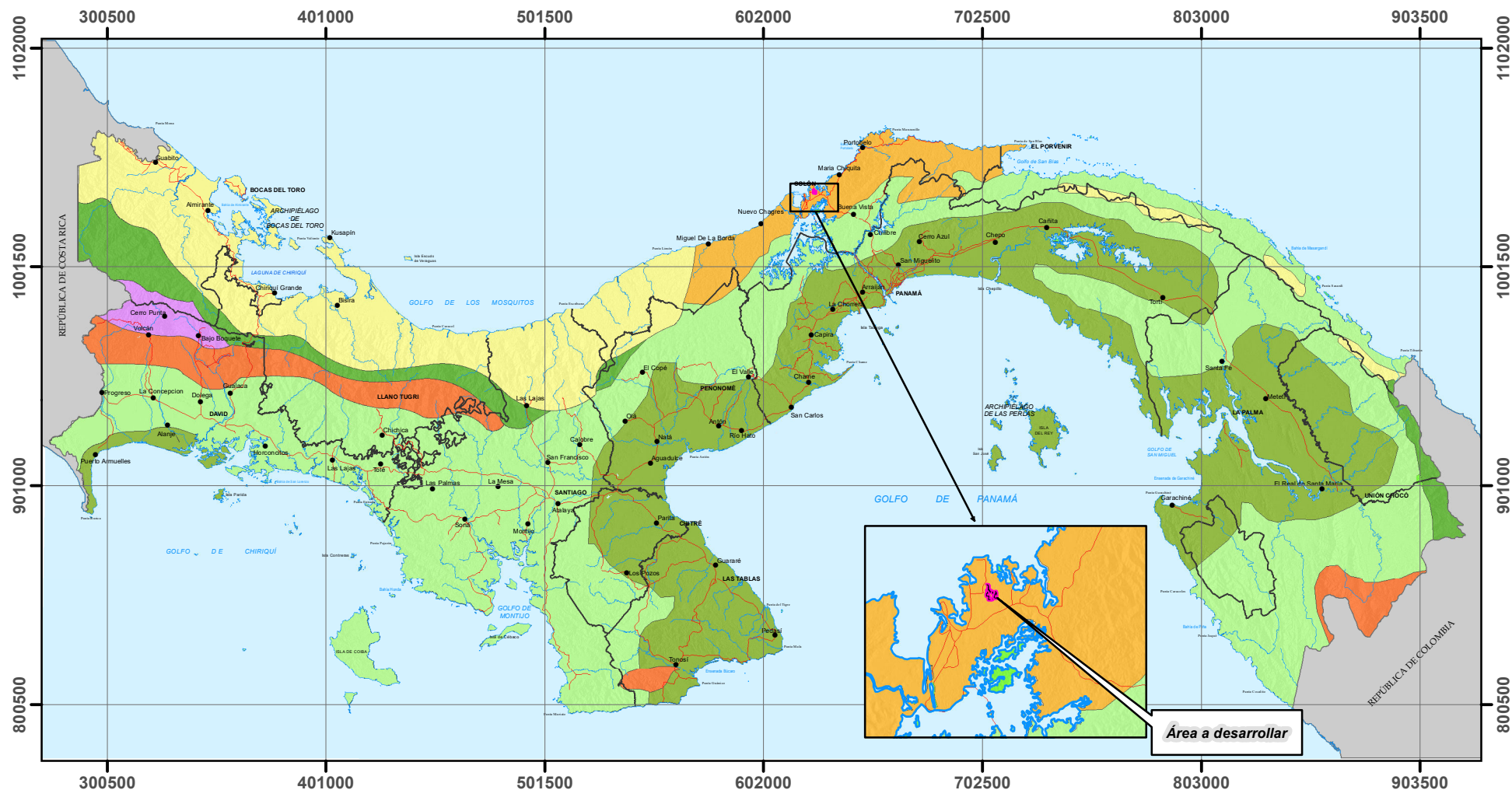
Fuente: IGN "Tommy Guardia / Contraloría General de la República de Panamá / Base de Datos SIG - AECOM (legacy URS Holdings, Inc.) / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2010. Estudio Hidrológico. Ingenieros Geotécnicos, S.A. Marzo, 2023.

Promotor:

SGP Biorefinería
(Panamá), SRL

Consultor:





**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA II
NIVELACIÓN DE TERRENO PARA
FUTURO DESARROLLO**

FIGURA N° 6-6

TIPOS DE CLIMA SEGÚN MCKAY

Promotor:

**SGP Biorefinería
(Panamá), SRL**

Consultor:

URS

LEYENDA

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Límite internacional Costas Ríos principales Red vial Cabecera de provincia Poblados principales Área a desarrollar | <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 |
|---|--|

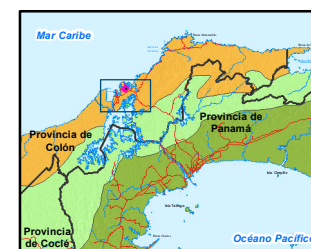


Norte de Cuadrícula U.T.M
Datum WGS 84
Zona 17

Escala
1:2,700,000

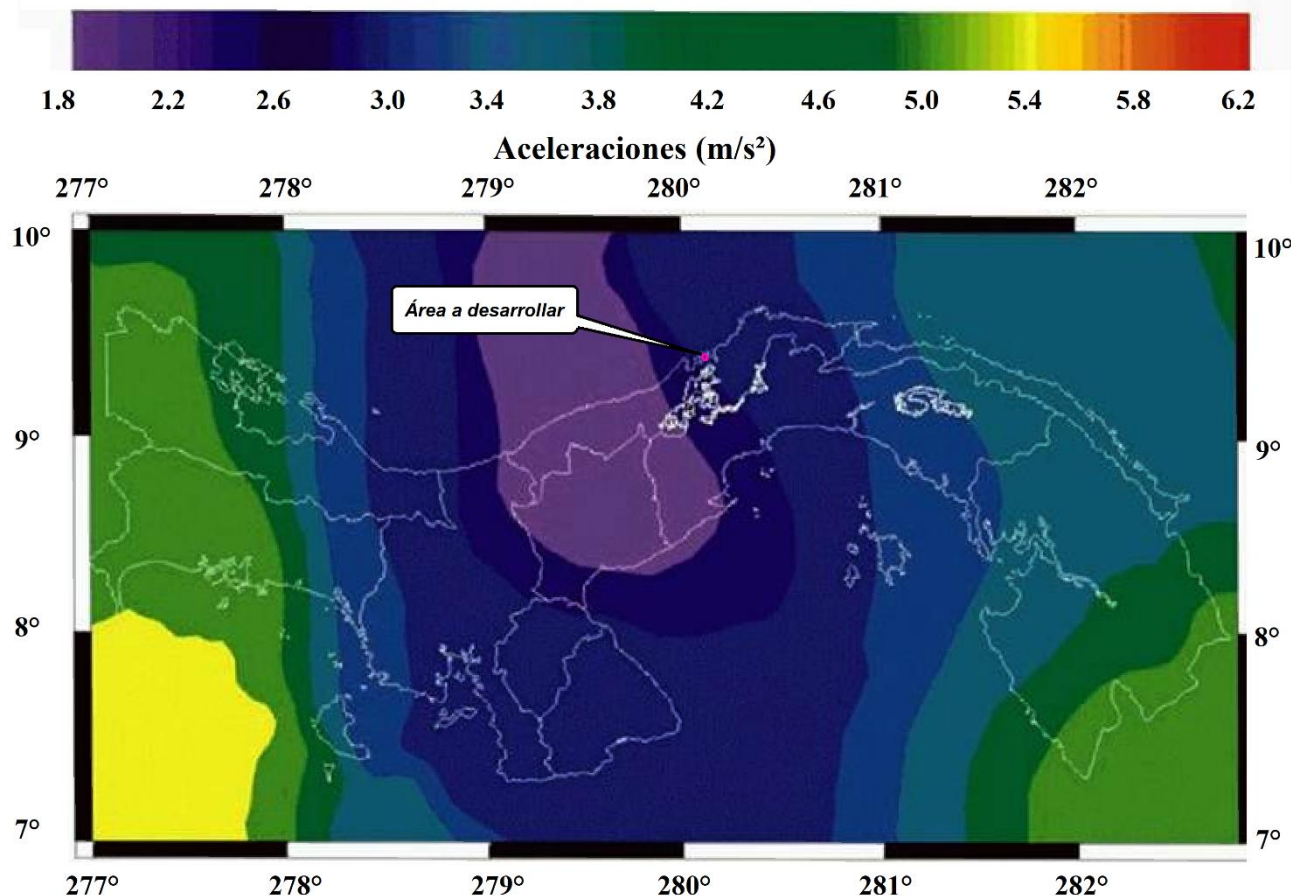


Localización Regional



Fuente: Base de Datos SIG - AECOM (legacy URS Holdings, Inc. / Atlas Ambiental de la República de Panamá, Año 2,010.

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



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
NIVELACIÓN DE TERRENO PARA FUTURO DESARROLLO
FIGURA No. 6-8. AMENAZA SÍSMICA

Promotor:
**SGP Biorefinería
(Panamá), SRL**

Consultor:
URS



Fuente:

INSTITUTO DE GEOCIENCIAS
Red Sismológica Nacional



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA II
NIVELACIÓN DE TERRENO PARA
FUTURO DESARROLLO

FIGURA N° 6-9
SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES

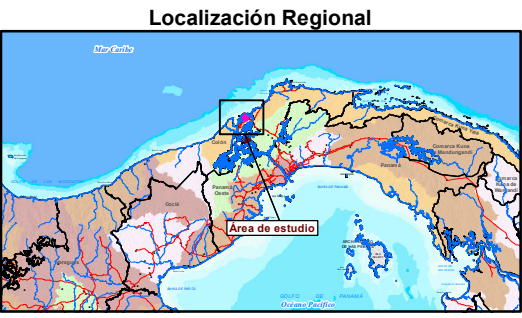
- LEYENDA
- Lugares poblados
 - Límite de costa
 - Río principal
 - Red Vial
 - Vía principal
 - Vía secundaria
 - Límite de corregimientos
 - Área a desarrollar

N
W E
S

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

Escala:
1:50,000

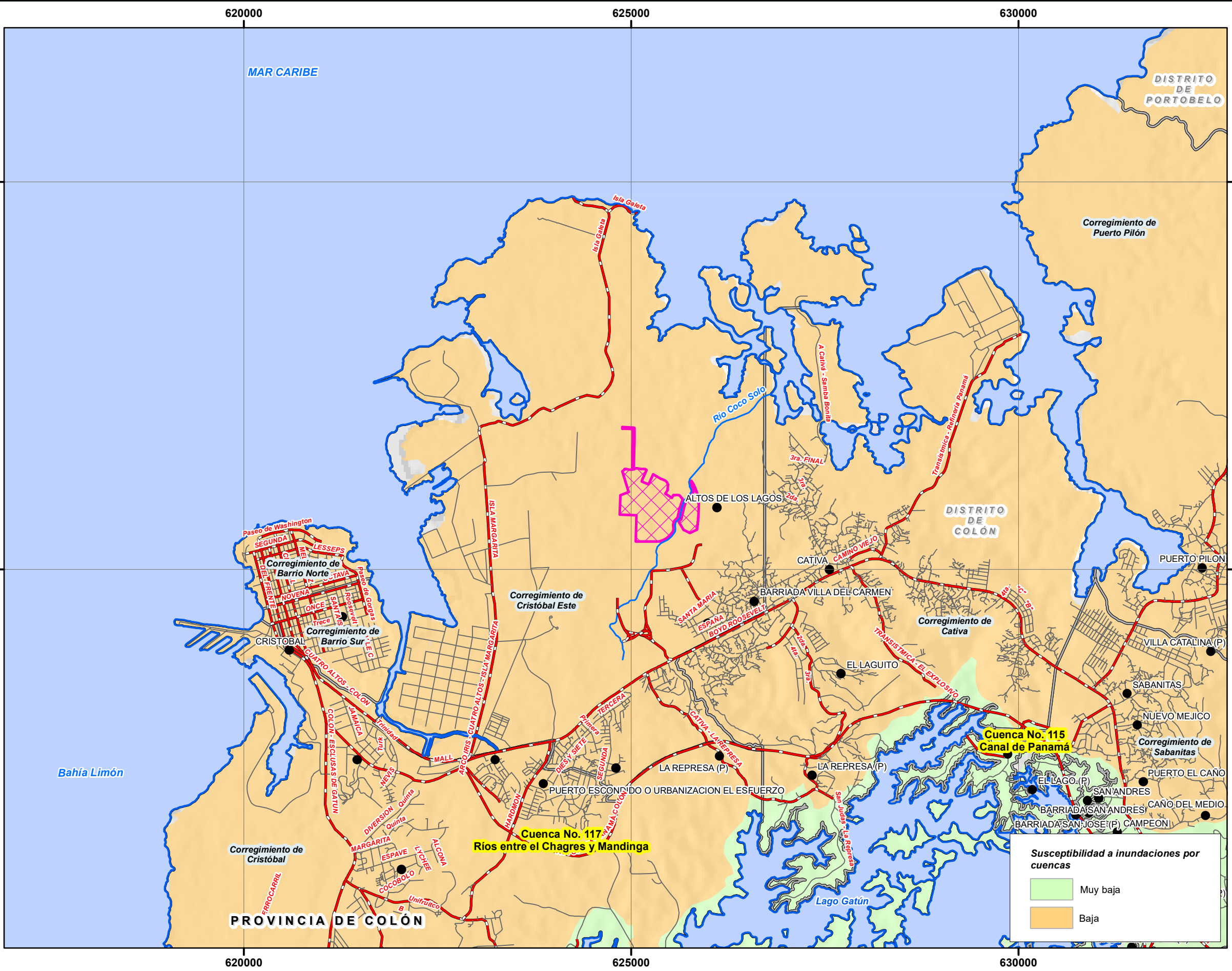
0 0.425 0.85 1.7 2.55 Kms.



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

Promotor: SGP Biorefinería (Panamá), SRL

Consultor: URS



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CATEGORÍA II
NIVELACIÓN DE TERRENO PARA
FUTURO DESARROLLO

FIGURA N° 6-10
SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS

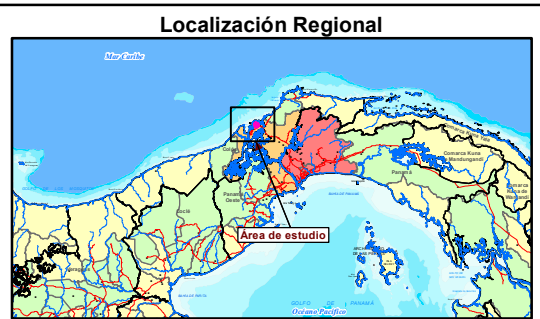
LEYENDA

- Lugares poblados
- Límite de costa
- Río principal
- Red Vial
 - Vía principal
 - Vía secundaria
- Límite de corregimientos
- Área a desarrollar

N
W E
S
Norte de Cuadrícula U.T.M.
Datum WGS84
Zona 17

Escala:
1:50,000

0 0.425 0.85 1.7 2.55 Kms.



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

Promotor: SGP Biorefinería (Panamá), SRL

Consultor: URS

