

## 6.0 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

El presente capítulo describe las condiciones físicas existentes del suelo, agua y aire del área de estudio con el fin de evaluar la posible incidencia ambiental del proyecto y proponer las medidas de mitigación apropiadas en la construcción y operación de la obra.

Para la descripción se utilizó información cualitativa como de datos cuantitativos, los cuales fueron obtenidos mediante la revisión de fuentes secundarias, giras de campo, toma de muestras, entre otras. Las giras de campo, se realizaron en época lluviosa, entre los meses de junio a agosto de 2011. El nivel de destalle presentado en este Capítulo, para cada uno de los elementos descritos, es acorde a la importancia que los mismos revisten en la identificación de los impactos significativos (positivos y negativos) y a la necesidad de proponer las medidas de mitigación.

### 6.1 Formaciones Geológicas Regionales

La geología de la región, según el Mapa Geológico de la República de Panamá, preparado por la Dirección Nacional de Recursos Minerales y editado por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia a escala 1:250,000, está representada por formaciones geológicas de Rocas Sedimentarias del Periodo Cuaternario, Época Reciente, Grupo Aguadulce, Formación Río Hato (QR-Aha) (Mapa 6-1), compuesto por rocas como: conglomerados, areniscas, lutita, tobas, areniscas no consolidadas, pómex. Asimismo, al Sur del proyecto a lo largo del camino de acceso a la Refinería Panamá, se observan algunos afloramientos de rocas sedimentarias del Periodo Terciario, Época Miocena, Grupo Gatún, Formación Gatún, formado por rocas sedimentarias como: arenisca, lutita, tobas conglomerados, arcilla arenosa.

#### 6.1.2 Unidades Geológicas Locales

La unidad geológica local, esta formada por rocas sedimentarias de la Época Reciente, Grupo Aguadulce, Formación Río Hato (QR-Aha) (Mapa 6-1). Los estratos superiores en el área de estudio, consisten en tierras reclamadas mediante el relleno con material dragado compuesto de gravas, arena gruesa y coral muerto. A mayor profundidad se observan estratos sedimentarios naturales de intercalaciones de arenas, limos y arcillas, como así también lechos de material orgánico en descomposición de origen radicular. La información obtenida mediante perforaciones geotécnicas en el área de estudio se presenta a continuación en el Cuadro 6-1.

**Cuadro 6-1 Perfil Estratigráfico**

Profundidad	Descripción
0-3 m	Coral, grava limosa y arena limosa blanda a compacta – material de relleno dragado. Húmedo.
3-4.5 m	Material orgánico en descomposición de origen radicular grava limosa y arena limosa
4.5-12 m	Arena coralina y gravas limosa finas a gruesas de densidad baja a muy alta.

### **6.1.3 Caracterización Geotécnica**

No aplica para EIA Categoría II.

### **6.2 Geomorfología**

No aplica para EIA Categoría II.

### **6.3 Caracterización del Suelo**

No existe suelo natural en el área de estudio, la superficie de desarrollo del proyecto ha sido rellenada con material de coral muerto (dragado de la bahía), arena y material selecto. Los suelos en el área de estudio se describen como no arables, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales. Existen áreas cubiertas con concreto y asfalto, dado su actual uso industrial.

En el año 2001 se elaboraron dos Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para la Terminal Bahía Las Minas. El primero abordó las tareas necesarias para el cierre de las instalaciones del proceso de refinación de Refinería Panamá, S.A. y fue aprobado mediante la Resolución DIPROCA-PAMA-001-2002, mientras que el segundo PAMA fue elaborado para el Centro de Acopio de Refinería Panamá, S.A. y aprobado por la Resolución DIPROCA-PAMA-002-2002. Estos PAMAs establecen como objetivo de remediación de suelos el valor de TPH de 10,000 mg/kg (1%), el cual fue basado en un estudio de evaluación de riesgos.

Las actividades relacionadas a ambos PAMAs han sido reportadas a la ANAM oportunamente mediante informes de avance y/o finales, según correspondiese. Actualmente, la única actividad que está pendiente por completar dentro de los compromisos asumidos en los PAMAs es la recuperación de producto libre y continuar el monitoreo de la calidad del agua subterránea (ver 6.6.2 para más información).

Entre enero y marzo de 2011 se recolectaron un total de 20 muestras de suelo de los sondeos de suelo y pozos de monitoreo ubicados dentro del polígono del proyecto del presente EsIA. En la Figura 6-4, al final del Capítulo, se presenta la ubicación de los puntos de muestreo de suelo (sondeos y pozos de monitoreo) referenciados.

El Cuadro 6-2 a continuación se resume los resultados de la caracterización de suelos dentro del área del proyecto (ver 6.6.2 para caracterización de agua subterránea).

**Cuadro 6-2 Concentraciones máximas de compuestos de interés en suelo dentro del polígono del proyecto**

<b>Área de Interés</b>	<b>Resultados</b>
Ex estanques de tratamiento de agua	TPH-DRO = 13,000 mg/kg (suelo) Promedio TPH total = 9,553 mg/kg (3/2011)
Tina de tratamiento de agua	TPH = No detectado (suelo)
Tanque D-2170	Presencia de producto libre detectado en sondeo geotécnicos (2009), ex pozo de monitoreo PRW-1 y trincheras de investigación (2002-2004). TPH total = 5,110 mg/kg (suelo)
Área de deshechos contaminados	Plomo detectado en concentraciones de fondo (1.4 mg/kg)
Tanque D-2111	TPH-GRO = 13,000 mg/kg (suelo)
Área de almacenamiento de tambores	TPH = No detectado (suelo)

Solo dos de los puntos de muestreo de suelo evidenciaron presencia de TPH en concentraciones por encima del 1% (aproximadamente 16,000 y 14,000 mg/kg, respectivamente). Ambos puntos están ubicados en lo que será la noria de tanques No.103 (Tank Pit 103) de las nuevas facilidades (Figura 5-3). Por su parte, en el área del tanque 2170 (Tank Pit 101 - Figura 5-3), donde hubo un derrame de crudo en 1986, se le ha reportado a la ANAM en los informes de avance de los PAMA, que la pluma de producto (crudo degradado) debajo de la zona del tanque es inmóvil y no recuperable. Cabe mencionar que la muestra de suelo obtenida en el área del tanque 2170 durante el citado estudio a comienzos del 2011, arrojo un resultado por debajo del 1% de TPH.

### 6.3.1 Descripción del Uso del Suelo

El área del proyecto está conformada por un polígono de aproximadamente 29.49 hectáreas de tierra firme y unas 0.08 ha de mar, localizado en el corregimiento de Cativá, Distrito de Colón, Provincia de Colón (Mapa 5-1). De acuerdo al “Plan de Desarrollo Urbano de las Áreas Metropolitanas del Pacífico y del Atlántico”, la superficie donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en el Sector No. 5, denominado Periferia, cuyo uso asignado es el industrial. La determinación del uso actual del suelo en el área del proyecto, se logró mediante el empleo de imágenes actualizadas del área y el análisis del Sistema de Información Geográfica (SIG). La caracterización de la Línea Base de Vegetación contribuyó a determinar la ubicación de los diferentes usos de suelo, los cuales se presentan en el Cuadro 6-3.

En el área del proyecto se pueden identificar dos (2) usos de suelo de manera general, el de vegetación de gramíneas y el uso industrial. El primero, está conformado por un gran polígono cubierto de grama que ocupa alrededor del 65.98% del área del proyecto (Cuadro 6-3, Figura 7-1, Mapa 7-1). Dicha vegetación tiene como función la de proteger el suelo de la erosión en el área del proyecto y el embalse de las aguas pluviales. Además, formando parte también de la vegetación, se puede apreciar un pequeño parche de herbazal que representa el 0.17% del uso del suelo en el área del proyecto (Cuadro 6-3, Figura 7-1, Mapa 7-1). Este herbazal, está dominado por la paja canalera, la cual, como especie colonizadora y dominante que es, ha prosperado exitosamente en los claros y espacios abiertos donde no hay árboles.

**Cuadro 6-3 Usos de Suelo en el Área del Proyecto**

Hábitat	Uso de Suelo	Superficie (ha)	(%)
Terrestre	Grama	19.51	65.98
	Herbazal	0.05	0.17
	Infraestructuras	9.93	33.58
	<b>Subtotal Terrestre</b>	<b>29.49</b>	<b>99.73</b>
Marina	Muelle	0.08	0.27
	<b>Subtotal Marino</b>	<b>0.08</b>	<b>0.27</b>
<b>Total</b>		<b>29.57</b>	<b>100</b>

Elaborado por Consultores de ERM Panamá, S. A.

Por otro lado, el otro uso de suelo existente, es el industrial que ocupa alrededor del 33.85% del área del proyecto (Cuadro 6-3, Figura 7-1, Mapa 7-1), estando constituido por las infraestructuras terrestres que forman parte de la Terminal Bahía Las Minas (33.58%) y por el área marina que incluye al muelle Norte existente y su ampliación (0.27%) (Cuadro 6-3, Figura 7-1, Mapa 7-1). En este uso de suelo se encuentran los tanques de almacenamiento, canales de conducción de las aguas de escorrentía, áreas abandonadas con concreto, patio de almacenamiento de equipos y materiales, muelle y caminos internos (de tierra y pavimentados).

### **6.3.2 Deslinde de la Propiedad**

El área de terreno a desarrollar cuenta con una superficie de 29.57 hectáreas, que forma parte del globo de terreno conformado por las Fincas 5038 y 5045 propiedad de Refinería Panamá, S. de R.L. y Texaco Panamá, Inc., respectivamente.

El área a desarrollar tiene los siguientes colindantes:

Norte: Mar Caribe

Sur: Corregimiento de Cativá, Distrito de Colón

Este: Corregimiento de Puerto Pilón, Distrito de Colón

Oeste: Corregimientos de Cativá y Cristóbal, Distrito de Colón

### **6.3.3. Capacidad de Uso y Aptitud**

Los suelos constituyen el soporte de las actividades del ser humano dirigidas al aprovechamiento de su potencial productivo (cultivos agrícolas, regadíos, repoblaciones forestales, implantación de pastizales, etc.) y son una fuente de nutrientes para una cubierta vegetal. En este sentido, los suelos están dotados de unas características y propiedades que le suministran mayor o menor aptitud agrícola, como son la textura, pH, contenido en nutrientes, retención de agua, etc.

Referente a las clasificaciones que se fundamentan en valorar la aptitud agrícola de los suelos, la más conocida es la clasificación agrológica del “Soils Conservation Service”, del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (1961). Mediante la clasificación agrológica del USDA (1961) se puede determinar la capacidad agrológica de los suelos, basándose en criterios edafológicos fácilmente diagnosticables en el campo y en el laboratorio, como son el clima, la pendiente, la profundidad de la roca, el grado de erosión, la pedregosidad, la textura, la salinidad, etc.

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

#### *Capacidad Agrológica de los Suelos en el Área del Proyecto*

Originalmente, la totalidad de la superficie de los suelos pertenecientes al área del proyecto fue clasificada como de Clase IV (Mapa 6-2). En esta Clase se encuentran los suelos que tienen posibilidades de utilización para uso agrícola restringido. Son suelos apropiados para cultivos ocasionales o muy limitados con métodos intensivos. Estos presentan limitaciones muy severas que restringen la elección del tipo de cultivo o requieren un manejo muy cuidadoso y costoso. Pueden ser usados para cultivos agrícolas, pastos y producción vegetal. Son suelos de pequeño espesor, con excesiva humedad o encarcamiento, baja retención de agua, con factores climáticos severos, elevada pedregosidad y/o rocosidad, baja fertilidad y elevada salinidad.

No obstante, debido a las actividades de tipo industrial desarrolladas en el área del proyecto, los suelos han sido profundamente modificados mediante los rellenos realizados con la adición de material selecto (arenas, gravas), coral muerto y cubiertos con concreto y asfalto. En general, actualmente, los suelos en el área del proyecto forman parte de lo que se denomina Antrosoles úrbicos debido a que los mismos han perdido su aptitud agrológica, más que nada por los altos niveles de perturbación a los que han sido expuestos a través de los años.

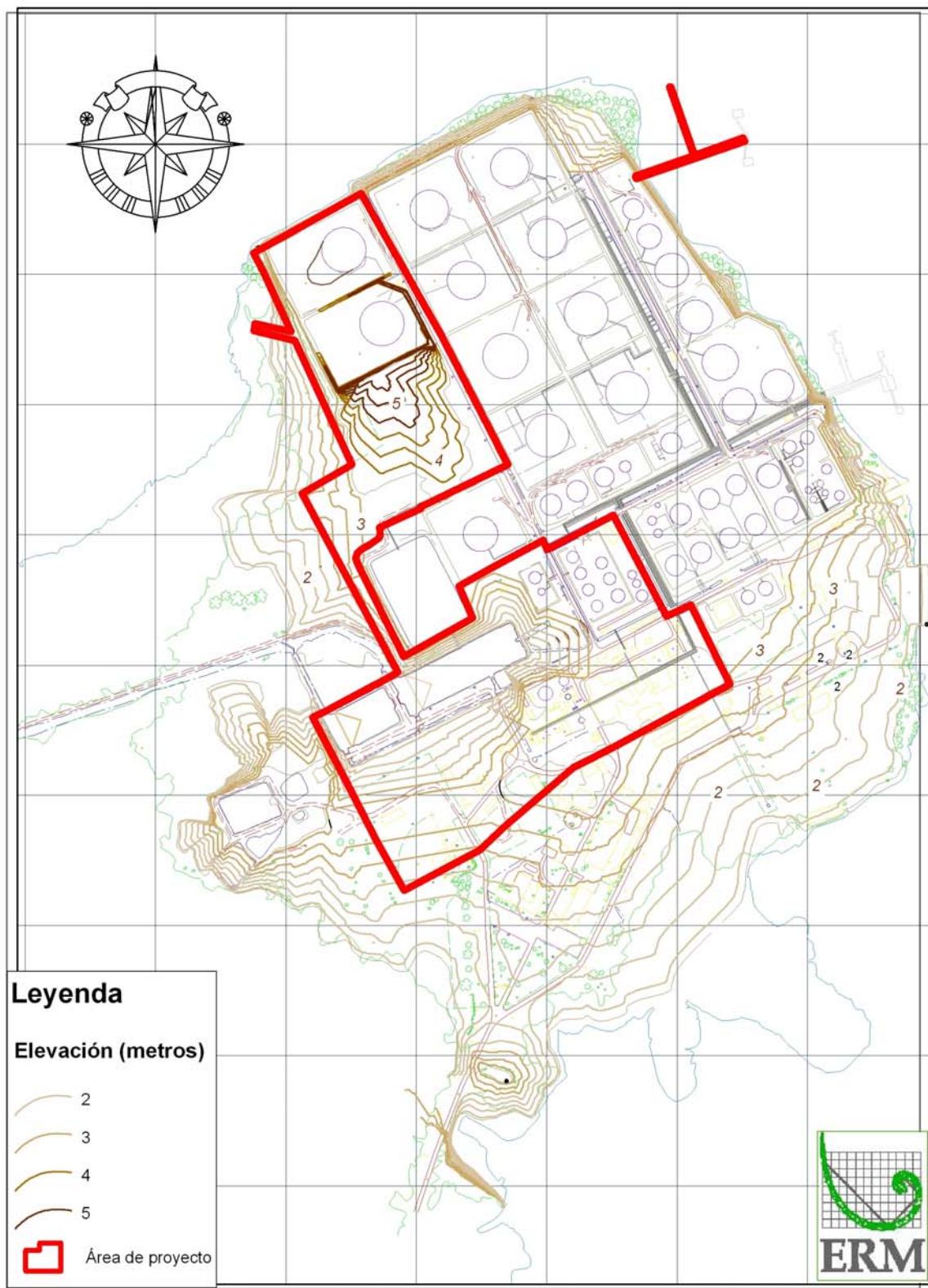
#### **6.4 Topografía**

La topografía en el área de estudio presenta su punto más alto en el centro de la propiedad, con una pendiente suave y radial con rumbo Norte, Sur, Este y Oeste, con una diferencia de altura de tres a cinco metros (Mapa 6-3, Figura 6-1), debido a que ha sido un área de relleno y utilizada anteriormente para el desarrollo de las infraestructuras de la actual terminal de combustibles y antigua refinería. La elevación del área del proyecto oscila entre los 0.3-5 msnm.

##### **6.4.1 Mapa Topográfico o Plano, Segundo Área a Desarrollar a Escala 1:50,000**

El Mapa Topográfico (Mapa 6-3) se presenta al final del Capítulo.

## FIGURA 6-1 ACERCAMIENTO DE LATOPOGRAFÍA DEL ÁREA DEL PROYECTO



## 6.5 Clima

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

### Tipo de Clima

Según el sistema de clasificación de climas de Köppen el área del proyecto está localizada dentro de la zona influenciada por el tipo de clima denominado Clima Tropical húmedo (Am) caracterizado por una precipitación promedio mayor de 2,500 milímetros al año y una temperatura promedio anual mayor entre 24 y 26° C, en donde por lo menos tres de los doce meses son efectivamente secos.

### Precipitación

La precipitación promedio anual, registrada en las estaciones de la ACP, en la última década registra promedios de 2299.9 mm en la Est. Alhajuela y 3042.5 mm en la Est. Ciento. La precipitación más alta se registra en la estación de Ciento, en la provincia de Colón.

Los datos de las estaciones consultadas se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6-4 Estaciones Meteorológicas Consultadas para Datos Pluviométricos**

Nº	Nombre	Elevación (m)	Coordenadas UTM		Tipo de Estación	Parámetros	Río, Lago o Mar
			X	Y			
12	Alhajuela	39.6	651549.10	1017897.95	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQ	Chagres
19	Ciento	38.1	639700.89	1027959.82	Pluviográfica / Fluviográfica	PFQQs	Gatún

P = Precipitación, F = Nivel de río, Q = Caudal, y Qs = Caudal de sedimentos.

Fuente: ACP.

### Temperatura

El comportamiento de la temperatura ambiente presenta pocas fluctuaciones de acuerdo a los datos de la Estación de Gamboa de la ACP (Tipo A/Limnigráfica), con promedio en los últimos diez años de 26.2 °C. Las temperaturas promedios mensuales oscilan entre los 25.6 a 27.0 °C, siendo en promedio el mes de noviembre el más fresco, mientras que el mes de abril resulta ser el más caluroso.

El Cuadro 6-5 presenta las temperaturas máximas y mínimas para cada mes del año 2010 (Anexo 6-1). El mismo indica que las máximas temperaturas registradas en el año 2010, se presentan en los meses de marzo y abril con 35°C y las temperaturas mínimas en los meses de noviembre y diciembre, con 22 °C.

### Cuadro 6-5 Temperaturas máximas y mínimas mensuales del año 2010

Temperatura (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Máxima.	33	34	35	35	34	32	32	33	31	33	32	31
Mínima	23	25	25	24	25	24	24	24	23	24	22	22

Fuente: Estación MPEJ (Aeropuerto Enrique Jiménez) de Colón.

#### Humedad Relativa

La humedad relativa se encuentra muy relacionada con la precipitación, siendo en términos generales directamente proporcional; es decir, a mayor precipitación corresponde una mayor humedad relativa y viceversa.

Según la Estación de Gamboa de la ACP los meses con menor humedad relativa corresponden a aquellos marcados por la estación seca, para los cuales dicho parámetro fluctúa entre 74.9 y 79.8 %; mientras que los meses de la estación lluviosa presentan promedios más elevados de humedad relativa, los cuales fluctúan entre 82.2 y 84.7 %.

#### Punto de Rocío

El punto de rocío o temperatura de rocío es la temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire y, produciendo rocío, neblina o, en caso de que la temperatura sea lo suficientemente baja, escarcha.

El Cuadro 6-6 presenta el punto de rocío, mensual en el año 2010 (Anexo 6-1). Según los datos registrados el máximo punto de rocío se registra en el mes de noviembre con 27 °C y el mínimo punto de rocío en el mes de septiembre con 0 °C.

### Cuadro 6-6 Punto de rocío máximas y mínimas mensuales del año 2010

Punto de rocío (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Máxima.	25	25	26	26	26	26	25	25	25	26	27	25
Mínima	19	17	12	20	15	22	21	22	0	12	20	23

Fuente: Estación MPEJ (Aeropuerto Enrique Jiménez) de Colón.

#### Radiación solar

La radiación solar se intensifica mayormente en los meses de estación seca, que corresponde normalmente durante los cuatro primeros meses del año. Con el inicio de esta estación a fines del mes de diciembre se incrementa significativamente el valor de la radiación solar a valores superiores a 400 MJ/m<sup>2</sup>, mientras que el resto de los meses se presentan valores por debajo de los 380 MJ/m<sup>2</sup>, según datos de los últimos diez años de la Estación de Gamboa de la ACP.

En el mes de marzo se alcanzan los valores de mayor radiación solar promedio con 488.4 MJ/m<sup>2</sup>, mientras que la intensidad mas baja se registra en los meses de julio y noviembre con 320.8 y

323.3 MJ/m<sup>2</sup> respectivamente. El valor de la radiación también puede variar con la presencia o no de vegetación arbórea y su densidad, así como con la presencia de nubes durante el año.

### Evapotranspiración

De acuerdo a datos del Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica (1996), la evapotranspiración calculada para la estación de Gamboa, es mayor entre los meses de febrero a abril y empieza a disminuir desde mayo hasta noviembre, posteriormente en diciembre empieza a aumentar hasta completar el ciclo en febrero. La evapotranspiración promedio es de 12.6 cm, con una media mensual máxima de 16.8 cm en el mes de marzo, y una media mensual mínima de 9.7 cm durante el mes de noviembre.

### Viento

Los vientos predominantes en el área de estudio provienen del Norte, y se dan durante toda la época del verano (diciembre-marzo). Las velocidades del viento mensual en el año 2010, se presentan en el Cuadro 6-7 (Anexo 6-1). Los datos brindados indican que las velocidades máximas del viento se presentan en el mes de febrero y marzo con 40 y 47 K/hr, respectivamente y ráfagas de viento máximas en diciembre y marzo con 40 y 42 K/hr, respectivamente. En los meses de abril a octubre no se registran ráfagas de viento.

**Cuadro 6-7 Velocidad mensual del viento para el año 2010**

Velocidad del viento (K/hr)	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic
Veloc. Máx.	39	40	47	26	34	27	29	26	35	27	32	32
Ráfaga Máx.	39	37	42	--	--	--	--	--	--	--	37	40

Fuente: Estación MPEJ (Aeropuerto Enrique Jiménez) de Colón.

## 6.6 Hidrología

El área del proyecto pertenece a la Cuenca Hidrográfica No. 117, entre los Ríos Chagres y Mandinga. Esta cuenca está formada por los ríos Cuango, Culebra, Nombre de Dios, Cascajal, Viento Frío y Piedra. Se localiza al noreste de la provincia de Colón, entre las siguientes coordenadas:

- 9° 15' y 9° 37' de latitud Norte
- 80° 00' y 79° 00' de longitud Oeste.

La elevación media de la cuenca es de 130 msnm y el punto más alto se encuentra en el Cerro Bruja, al Sur de la cuenca, con una elevación de 979 msnm. El área de drenaje total de la Cuenca es de 1,122 km<sup>2</sup>, siendo el río Cuango el más importante con 34.1 km de longitud.

Dentro del área de desarrollo del proyecto no existen cuerpos de agua superficial permanentes de agua dulce. El sistema de agua pluvial interno del área del proyecto está representado por un canal colector de todas las aguas de escorrentía de la zona. Las aguas de escorrentía son

conducidas por un canal abierto e impermeabilizado en concreto, el cual dirige las aguas hacia una tina colectora de sedimentos, ubicada en la parte central del área de desarrollo del proyecto. Luego, las aguas tratadas físicamente, y después de haber pasado por un separador de agua/aceite, son descargadas a un canal de agua salobre, que se encuentra al Oeste del área del proyecto.

### **6.6.1 Calidad de Aguas Superficiales**

Las aguas colectadas en la tina, separadora de agua/aceite, de las aguas pluviales y de escorrentía dentro del proyecto, son muestreadas y analizadas mensualmente, antes de la salida de la tina (ballast pond).

Los resultados obtenidos en el año 2010, demuestran el cumplimiento de los parámetros analizados con la norma DGNTI COPANIT 35-2000, con excepción de los coliformes totales, que en los dos últimos meses del año 2010, reporta un promedio 3200 UFC/100 ml. Los resultados de los parámetros analizados, demuestran el cumplimiento con la norma DGNTI COPANIT 35-2000, con lo hidrocarburos totales, valor >0.5 mg/l.

Ver resultados en el Anexo 6-2.

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

Este numeral no aplica al área del proyecto ya que no existen corrientes de agua superficial dentro del mismo.

#### **6.6.1.b Corrientes, Mareas y Oleajes**

El proyecto colinda al norte con el Mar Caribe, en Bahía Las Minas, por lo que se presenta el componente oceanográfico del área.

##### Corrientes

La circulación en el Mar Caribe está dominada por el flujo de las corrientes ecuatoriales del Norte y el Atlántico Sur a través de las Antillas Menores, las corrientes de las superficies del Mar Caribe fluyen en la dirección general de Este a Oeste con tasas de flujo promedio menores a 1.5 nudos. Por efecto de las corrientes cercanas a la Costa de Centro América, la mayoría del flujo es desviado hacia el noreste a través del estrecho de Yucatán y dentro del Golfo de México. Las corrientes menores siguen la costa de Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia en dirección Oeste –Este, formando giros y corrientes variadas fuera de la costa del Mar Caribe cercana a la zona de Bahía Las Minas (OSAE, 1999).

La circulación superficial del Caribe Panameño está directamente relacionada con los vientos Alisios, por consiguiente este comportamiento de vientos influyen directamente en el

comportamiento de las corrientes de Bahía Las Minas y el resto del Caribe Panameño, estos vientos producen la llamada corriente del Caribe que se desplaza hacia el oeste y al llegar a Panamá cambia su dirección hacia el sur y posteriormente al este, generando la contracorriente de Panamá que se desplaza a lo largo de la costa Caribeña, formando en su curso durante la época húmeda dos células ciclónicas; (Pujol et al 1986).

Las corrientes superficiales predominantes en las áreas mencionadas (Bahía Las Minas y Bahía de Manzanillo), se definieron realizando mediciones y observaciones mediante la utilización de boyas de deriva, y las corrientes subsuperficiales mediante la utilización y observación de boyas con lastre durante los períodos de marea entrante y marea saliente. Cabe destacar que estas mediciones se realizaron en un periodo de 24 horas motivos por las cuales no se cuenta con una base de datos exhausta que serían de mucha ayuda para la comparación de los datos obtenidos, mas sin embargo estos resultados de medición nos dan un pequeño entendimiento del comportamiento de las corrientes del área de estudio.

Las corrientes subsuperficiales o de fondo inducidas por la marea entrante y marea saliente con vientos en calma, presentan direcciones alternas, hacia el sur, con valores que oscilan entre 8 y 12.3 cm/s durante la marea entrante y valores oscilando entre 5 y 9 cm/s durante los períodos de marea saliente y dirección hacia el noreste; esta situación se presenta cuando se exhiben vientos de calma absoluta.

De acuerdo al análisis anterior, la velocidad de la corriente en general es mucho mayor en la superficie por el efecto del viento; se observó que los valores de las corrientes para la época de estudio son moderadas y no se presenta en el área contra corrientes significativas, la dinámica es afectada por la variación en el nivel del mar y corrientes de marea alta combinadas con el efecto del viento, o cuando se presenten condiciones extremas como mar de leva o coletazos de huracanes.

La caracterización de las corrientes en ambas zonas básicamente son similares teniendo como resultado lo siguiente:

- Existe una corriente fuerte fuera de las rompientes con intensidad promedio de 25.7cm/s (con influencia de viento en Bahía Las Minas)
- El rango de las corrientes internas fue de 18.4 cm/seg a 25.6 cm/s
- La dirección de la corriente durante las mediciones varió entre los 26° y 67°, lo que indica que la corriente fluye hacia el NE.

### Mareas

Son un tipo de ondas periódicas engendradas primordialmente por las atracciones de la Luna y el Sol con periodicidad de 12 a 24 horas. Existen diversos tipos de mareas: diurnas, semidiurnas, mixtas con preponderancia semi-diurna o mixtas con preponderancia diurna.

La costa Caribe de Panamá presenta una marea mixta (diurna/semi diurna), poco predecible, muy influenciada por las condiciones meteorológicas estacionales. En un periodo aproximado de 24 horas y 50 minutos se registran hasta cuatro mareas distintas (dos altas y dos bajas) con una amplitud máxima de unos 50 centímetros. Esta marea tiene un desfasamiento de una hora y cincuenta minutos entre su arribo a Bocas del Toro y su llegada al Puerto de Caledonia en Kuna Yala (Glynn, 1972; Cubit *et al.*, 1989, Grebb *et al.*, 1996, ACP, 2007).

### Oleaje

Las olas son un ejemplo de movimientos ondulatorios de corto período que afectan a la superficie del mar y engendradas por vientos. Continúan propagándose (onda u ola progresiva) en ausencia de este y a profundidades inferiores a la media longitud de onda, comienzan a desestabilizarse hasta que rompen en la orilla o se atenúan progresivamente a medida que se acercan a los litorales disipando completamente su energía, transportando masas de agua y materiales.

Los vientos actúan sobre el agua del mar transmitiendo la energía y poniéndola en movimiento, produciendo ondulaciones en las capas superficiales, formando ondas que comúnmente se conocen como “el oleaje” que se observa en todas las aguas del mundo.

En la costa del Caribe el oleaje está directamente correlacionado con la velocidad y duración de los vientos, con variantes a lo largo de toda la costa caribeña. El rango de las olas va de cero o unos pocos centímetros hasta cuatro metros de altura, no obstante durante todo el año varían las condiciones existentes (Buoyweather, 2007).

Esto se refuerza con los reportes de Connor (1984) en el área de los arrecifes de Cacique (Provincia de Colón) donde el efecto devastador de la elevada energía de las olas sobre las edificaciones coralinas sobre todo en los períodos de fuertes vientos causa también desplazamientos de aguas hacia la costa.

### **6.6.2 Aguas Subterráneas**

En las perforaciones realizadas en el área del proyecto el nivel freático se ha determinado que varía desde 0.3-2.75 metros, presentando un nivel promedio de aproximadamente 1.75 metros.

Según lo mencionado en el punto 6.3, la recuperación de producto libre y monitoreo de la calidad del agua subterránea es parte de las actividades incluidas en el PAMA. Los informes de avance de dicha actividad son presentados ante la ANAM de manera periódica. El último informe de avance, correspondiente a enero de 2011, reportó la detección de producto libre en 8 de los 35 pozos de recuperación de producto de la facilidad. Los espesores de producto medidos no representaron un volumen recuperable. Cuatro de estos pozos con espesores medibles de producto (0.61-3.96 cm) están dentro del polígono del proyecto.

Entre enero y marzo de 2011, se analizaron muestras de 14 pozos de monitoreo ubicados dentro del polígono del proyecto del presente EsIA. El Cuadro 6-8 a continuación se resume los resultados de la caracterización de agua subterránea dentro del área del proyecto (ver 6.3 para caracterización de suelo).

**Cuadro 6-8 Concentraciones máximas de compuestos de interés en agua subterránea dentro del polígono del proyecto**

Área de Interés	Resultados
Ex área de proceso	Espesor máx. de producto libre = 3.96 cm TPH-DRO = <b>1.2 mg/l</b> (agua subterránea)
Ex separador API	Sin producto libre desde 4/2007
Ex estanques de tratamiento de agua	TPH-DRO = <b>17 mg/l</b> y <b>2.7 mg/l</b> (agua subterránea)
Tina de tratamiento de agua	TPH = No detectado (agua subterránea)
Tanque D-2170	Presencia de producto libre detectado en sondeo geotécnicos (2009), ex pozo de monitoreo PRW-1 y trincheras de investigación (2002-2004) TPH total = <b>7.19 mg/l</b> y <b>2.24 mg/l</b> (agua subterránea)
Área de deshechos contaminados	Plomo = No detectado (agua subterránea)
Tanque D-2111	TPH-GRO = <b>3.1 mg/l</b> (agua subterránea)
Área de almacenamiento de tambores	TPH-DRO = No detectado (agua subterránea)

Tal como se indica en el cuadro anterior las muestras de 6 de los pozos de monitoreo ubicados dentro del polígono del proyecto evidenciaron concentraciones de TPH por encima de 1 mg/l.

En la Figura 6-5, al final del Capítulo, se presenta la ubicación de los pozos de monitoreo referenciados.

### 6.6.2.a Identificación de Acuífero

No aplica para EIA Categoría II.

## 6.7 Calidad del Aire

Para determinar la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, se realizó un ensayo de material particulado PM<sub>10</sub> en dos puntos durante un período de una hora en cada uno. En el Punto 1, en la antigua área deportiva ubicada en la zona sur del área del proyecto, se obtuvo un resultado promedio de 18 µg/m<sup>3</sup> y en el Punto 2, al noreste de la planta, el resultado promedio fue de 2 µg/m<sup>3</sup> (Figura 6-2, Anexo 6-3). Comparando los resultados de ambos puntos con el valor guía establecido por el Banco Mundial v. 2007 Environmental, Health, and Safety General Guidelines, ambos puntos se encuentran por debajo del valor promedio de referencia para 24 horas (50 µg/m<sup>3</sup>).

### 6.7.1 Ruido

Para determinar la línea base del ruido en el área del proyecto, se tomaron cuatro puntos de muestreo (Figura 6-2) durante 10 minutos cada uno en turno diurno, obteniendo los siguientes resultados (Cuadro 6-9).

**Cuadro 6-9 Resultados del Monitoreo de Ruido Ambiental**

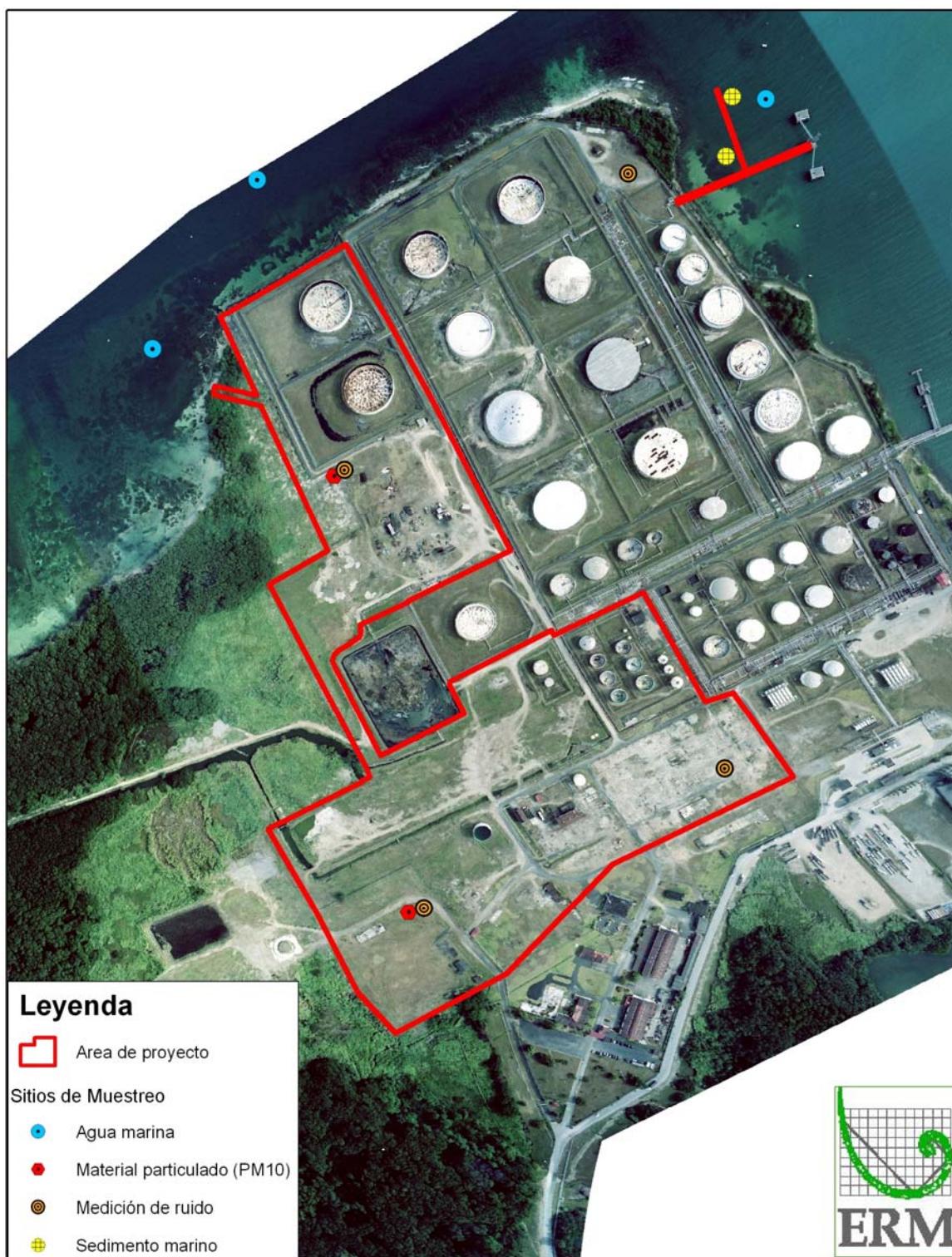
Localización	Leq (dBA)	Norma de Referencia: Decreto Ejecutivo No. 1 de 2004 Límite Máximo Permisible del Ruido Ambiental: 60 dBA
Punto 1. Al Oeste del proyecto en la antigua área deportiva	52.6	Cumple con la norma
Punto 2. Al Noreste de la planta	55.7	Cumple con la norma
Punto 3. Al Oeste del área de despacho	56.8	Cumple con la norma
Punto 4. Al Noreste del Muelle	47.5	Cumple con la norma

Elaborado por Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional-EnviroLab, S. A.

Los valores de nivel sonoro equivalente obtenidos fueron comparados con los límites máximos permisibles para ruido ambiental establecidos en el Decreto Ejecutivo No. 306 del 2002 modificados por el Decreto Ejecutivo No. 1 del 2004. Dichos límites son 60 dBA para el horario diurno y 50 dBA para el horario nocturno (además se permiten aumentos de 5 dBA sobre el ruido ambiental de fondo). Según el Artículo 9 del Decreto Ejecutivo No. 306, se permite un incremento de 5 dBA sobre el ruido residual; y un aumento de 3 dBA para áreas industriales y comerciales sin perjuicios de residencias.

Según los resultados obtenidos en el monitoreo diurno realizado (línea base) los valores medidos se encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido (Anexo 6-4).

## FIGURA 6-2 SITIOS DE MUESTREO



## 6.7.2 Olores

En el área del proyecto no se realizan procesos de transformación de petróleo crudo a productos derivados como fuel-oil, gas-oil, diesel, aceites lubricantes, gasolinas para automóviles y aviones, queroseno, gas propano (GLP), asfalto, parafinas, bencina industrial, etc.; si no que únicamente se lleva a cabo el almacenamiento de hidrocarburos. Por lo tanto los olores molestos son puntuales y poco perceptibles en la terminal.

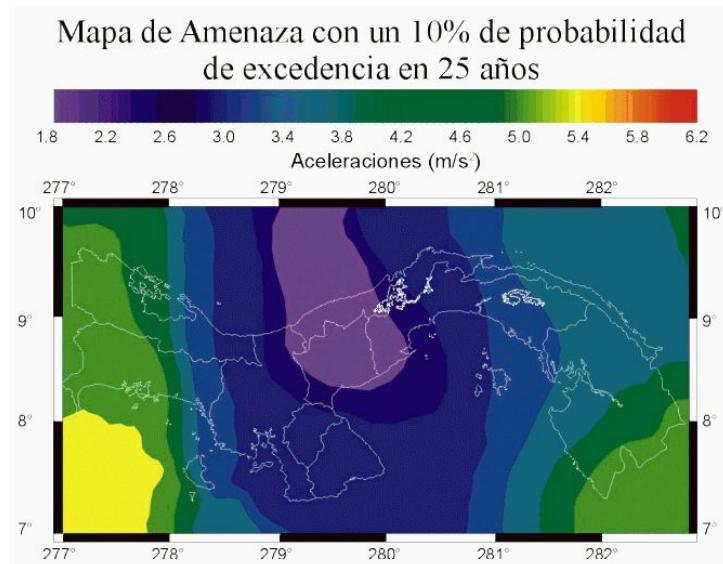
Las posibles fuentes de olores objetables pudieran ser notadas durante la conexión de las tuberías a las embarcaciones para el trasiego del producto o cuando el producto está siendo introducido en los tanques de almacenamiento de la terminal mediante el sistema de tuberías. No obstantes, los olores generados por las emisiones fugitivas de estas fuentes, son leves, siendo así que las condiciones meteorológicas presentes en esta zona, le son favorables y provocan una buena dispersión que mitigan de manera natural dichos olores. En la actualidad, con los años de operación de la Terminal Bahía Las Minas, ningún empleado de la terminal ni ninguno de los moradores de la comunidad de San Pedro, comunidad más cercana al área del proyecto, han manifestado quejas o preocupaciones por la percepción de olores molestos.

## 6.8 Antecedentes Sobre la Vulnerabilidad Frente a Amenazas Naturales en el Área

El área del proyecto no se encuentra en una zona vulnerable a huracanes ni sismos. El área está localizada en una zona de constantes tormentas eléctricas. No existen registros de amenazas naturales en el área de ejecución del proyecto, ni precedentes de desastres naturales.

Cabe mencionar que, la sismicidad en esta zona es muy baja. A pesar de lo dicho anteriormente, eventos recientes en las provincias de Panamá y Colón y en la Comarca Kuna Yala, han realzado la preocupación acerca de la probabilidad de ocurrencia de sismos en Panamá. Al respecto, vale la pena citar el Mapa de Amenaza Sísmica para la República de Panamá (Figura 6-3), el cual indica que el sector donde se ubica el proyecto es considerado de bajo riesgo sísmico con una aceleración entre 3.0 y 3.2 m/s<sup>2</sup>.

Debido a las recientes ocurrencias de fenómenos asociados a movimientos sísmicos de alta magnitud y la subsecuente generación de Tsunamis a nivel mundial, se consideran todas las zonas marino-costeras como vulnerables a la ocurrencia de Tsunamis. En el Caribe panameño la amenaza es menor que en el Pacífico debido a la presencia de las Islas Caribeñas. Por otro lado, por estar ubicado en la costa del Caribe, la zona costera del proyecto se considera vulnerable a vendavales y tormentas provenientes del Mar Caribe de donde proceden vientos fuertes y depresiones tropicales.

**Figura 6-3**

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

## 6.9 Identificación de los Sitios Propensos a Inundaciones

A pesar de que el área del proyecto está localizada en un sitio con alto índice de precipitación, no se prevén inundaciones en vista de que en el área no existen cursos de agua superficiales y que además, la misma fue rellenada para el desarrollo de la antigua refinería.

## 6.10 Identificación de los Sitios Propensos a Erosión y Deslizamientos

El proyecto colinda al Norte con el Mar Caribe (Bahía Las Minas), por efecto del oleaje el área costera esta influenciada por la acción de los vientos que prevalecen en el área y junto con las corrientes marinas son los principales agentes de erosión que contribuyen con los cambios morfológicos costeros en el sector.