

**REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S**



**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES Y  
MODIFICACIONES A LA LICENCIA AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA  
S.A.S.  
(1736)**

**CONTRATO 966568**

**CAPITULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO**

**CAPITULO 3.2.2 GEOMORFOLOGÍA  
VERSIÓN 0**

**Bogotá D.C., noviembre de 2019**

### ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
0			Versión final
B	Documento en general	11-2019	Se anexa matriz de hallazgos y respuestas
A	Documento en general	10-2019	Se anexa matriz de hallazgos y respuestas

### REVISIÓN Y APROBACIÓN

Número de revisión		<b>0</b>
Responsable por elaboración	Nombre	Carlos Guerrero
	Firma	
Responsable por revisión	Nombre	Katherine Martínez
Coordinador Proyecto	Firma	
Responsable por aprobación	Nombre	Mónica Pescador
Gerente de Proyecto	Firma	
	Fecha	noviembre de 2019

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN A LA LICENCIA  
AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S**

**CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

**CAPITULO 3.2.2 GEOMORFOLOGÍA**

**TABLA DE CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO .....	1
3.2 MEDIO ABIÓTICO .....	1
3.2.2 Geomorfología .....	1
3.2.2.1 Área de influencia .....	2

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN A LA LICENCIA  
AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S**

**CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

**CAPITULO 3.2.2 GEOMORFOLOGÍA**

**ÍNDICE DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 3.1 Unidades Geomorfológicas para el área de influencia	5
Tabla 3.2 Procesos morfodinámicos en el área de influencia	13
Tabla 3.3 Pendientes en el área de influencia	14

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN A LA LICENCIA AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S

### CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### CAPITULO 3.2.2 GEOMORFOLOGÍA

##### ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 3.1 Esquema de jerarquización geomorfológica	2
Figura 3.2 Geomorfoestructura del área de influencia	3
Figura 3.3 Fotointerpretación de unidades Geomorfológicas	6
Figura 3.4 Mapa de unidades Geomorfológicas	7
Figura 3.4 Procesos morfodinámicos en el área de influencia	13
Figura 3.5 Distribución espacial de pendientes en el área de influencia	14

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN A LA LICENCIA  
AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S**

**CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

**CAPITULO 3.2.2 GEOMORFOLOGÍA**

**ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

	<b>Pág.</b>
Fotografía 3.1 Cauce aluvial (Fca)	8
Fotografía 3.2 Llanuras Costeras (Mllc)	9
Fotografía 3.3 Planos y llanuras con vegetación halófila (Mpv) en el límite costero	10
Fotografía 3.4 Planos y llenos antrópicos para construcciones industriales (Ar)	11

### 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO

#### 3.2 MEDIO ABIÓTICO

##### 3.2.2 Geomorfología

La geomorfología explica y describe la evolución del paisaje terrestre a partir de los factores y procesos modeladores de la superficie. (INGEOMINAS, 2011)

La descripción de los tipos de relieve que se encuentran dentro del área de influencia, se hace de acuerdo al punto de vista de evolución geológica, en donde los procesos endógenos como la orogénesis (procesos con los cuales se originan las cordilleras), fragmentación y deriva continental (tectónica de placas), expansión del suelo oceánico, vulcanismo (principal proceso formador de las rocas y sus relieves específicos), eventos sísmicos, metamorfismo de las rocas, y procesos exógenos como el agua, hielo, viento, gravedad, corrientes fluviales y marítimas, actividad biológica y antrópica, son los agentes modeladores de la superficie.

Para un estudio y caracterización adecuada de la evolución de los tipos de relieve, se requiere tener en cuenta la definición de cuatro conceptos muy importantes empleados en el estudio geomorfológico que relacionan al paisaje con los procesos que le dieron origen y sus condiciones ambientales, de acuerdo con la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia (INGEOMINAS, 2011), los cuales son:

➤ **Morfogénesis**

Este aspecto involucra la definición del origen de las diferentes geoformas, entre lo que abarca las causas y procesos que dieron origen a las formas de terreno, ya que el origen de un paisaje depende de los procesos y agentes que interactúan para darle las formas a la superficie terrestre en diferentes intensidades y proporciones y durante intervalos de tiempo geológico. (INGEOMINAS, 2011)

➤ **Morfografía**

Corresponde a las características o aspectos relacionados con la geometría de las unidades geomorfológicas. (INGEOMINAS, 2011)

➤ **Morfodinámica**

Este aspecto se focaliza en los procesos denudativos que han afectado, están afectando y se pueden activar en el futuro, concepto que permite comprender la evolución y cambio que puede tener la superficie terrestre también permite evidenciar el grado de movilidad o de actividad relacionada a un paisaje, determina los procesos y su intensidad en la conformación de las geoformas. (INGEOMINAS, 2011)

➤ **Morfoestructura**

Corresponde al análisis de las formas de tipo estructural que imperan sobre el relieve, en

donde se evidencia la influencia geológica-estructural en la conformación del relieve. (INGEOMINAS, 2011)

### 3.2.2.1 Área de influencia

Para facilitar el análisis geomorfológico se realizara la geomorfología con la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia (INGEOMINAS, 2011) teniendo como base la fotointerpretación de sensores remotos, la cual relaciona las escalas de trabajo con la subdivisión geomorfológica, la génesis y los ambientes morfogenéticos, según muestra la Figura 3.1.

Figura 3.1 Esquema de jerarquización geomorfológica



Fuente: INGEOMINAS, 2011

#### 3.2.2.1.1 Geomorfoestructura

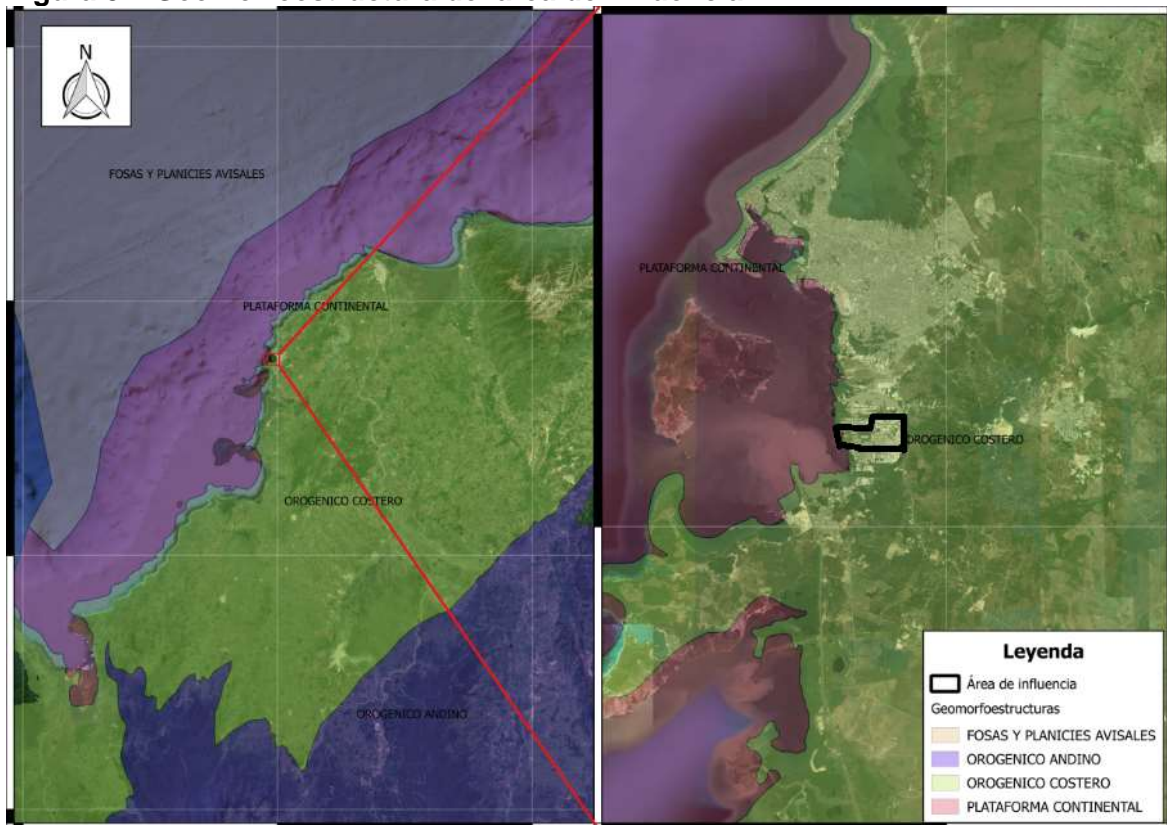
Se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intracontinentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea (Megageoformas de origen tectónico). Se consideran como geomorfoestructuras: Los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos ó Epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y Rift Valleys, plataformas y cinturones orogénicos. (INGEOMINAS, 2011).

La evolución del paisaje presente corresponde a la interacción de diferentes procesos modeladores, los cuales han actuado a lo largo del tiempo, en diferente grado de preponderancia, ha sufrido procesos de sedimentación y levantamientos orogénicos y epirogénicos, con plegamientos y fallamientos, asociados a la actividad tectónica, así como metamorfismo y magmatismo, todos estos procesos le han dado su conformación geológica y geomorfológica actual.



De acuerdo con la jerarquización geomorfológica (INGEOMINAS, 2011), el área de influencia se localiza en la geomorfoestructura correspondiente al cinturón Orogénico Costero y la parte marítima hace parte de la plataforma continental. El orogénico costero se relaciona por la Sierra Nevada de Santa Marta y el cinturón de Sinú – San Jacinto (Ver Figura 3.2).

**Figura 3.2 Geomorfoestructura del área de influencia**



Fuente: Concol by WSP, 2019

### 3.2.2.1.2 Provincias Geomorfológicas

Las provincias geomorfológicas se definen como un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar, estas se limitan teniendo en cuenta las características geológicas, morfológicas y geográficas, localmente para el área de influencia el 100% se encuentra en la provincia llamada Cinturón del Sinú.

El Cinturón del Sinú (CPS) está caracterizado por un conjunto de sedimentos marinos y fosilíferos superpuestos de gran espesor, predominando sucesiones del Oligoceno y Mioceno. El rasgo más representativo de esta parte de la cuenca es el diapirismo y vulcanismo de lodo, y el desarrollo de los sinclinales caracterizando cuencas longitudinales de hundimiento. (INGEOMINAS, 2001)

### 3.2.2.1.3 Región geomorfológica

Es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente. Están definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos parecidos.

El ambiente morfogenético hace alusión a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas, bajo las cuales se generaron las geoformas. Se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados (origen tanto endógeno como exógeno), que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de estas. (INGEOMINAS, 2011).

En el área de estudio se identificaron tres (3) ambientes morfogenéticos, ambiente fluvial, ambiente marino y ambiente antropogénico.

- **Ambiente Fluvial (F)**

Corresponde a las geoformas generadas por procesos (erosión – sedimentación), generadas por corrientes de agua tales como ríos, arroyos, lagos y lagunas respectivamente. (INGEOMINAS, 2011)

- **Ambiente Marino (M)**

Son geoformas que se generan o están esculpidas a partir de actividades de las corrientes y procesos de mar, se incluyen los deltas. (INGEOMINAS, 2011)

- **Ambiente Antropogénico (A)**

Corresponde a geoformas de terreno que son producto de la actividad del hombre que modifica la superficie terrestre. (INGEOMINAS, 2011)

### 3.2.2.1.4 Unidad Geomorfológica

El término unidad geomorfológica se define como una geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico constructivo o destructivo (Acumulación o erosión); está determinada con criterios genéticos, morfológicos y geométricos.

Debido a la complejidad tectono-estratigráfica de la parte más septentrional de Suramérica, las unidades geomorfológicas no están solamente relacionadas a una provincia geomorfológica, sino que una unidad está en varias provincias. En la Tabla 3.1 se pueden observar las diferentes unidades y sub-unidades geomorfológicas del área de influencia.

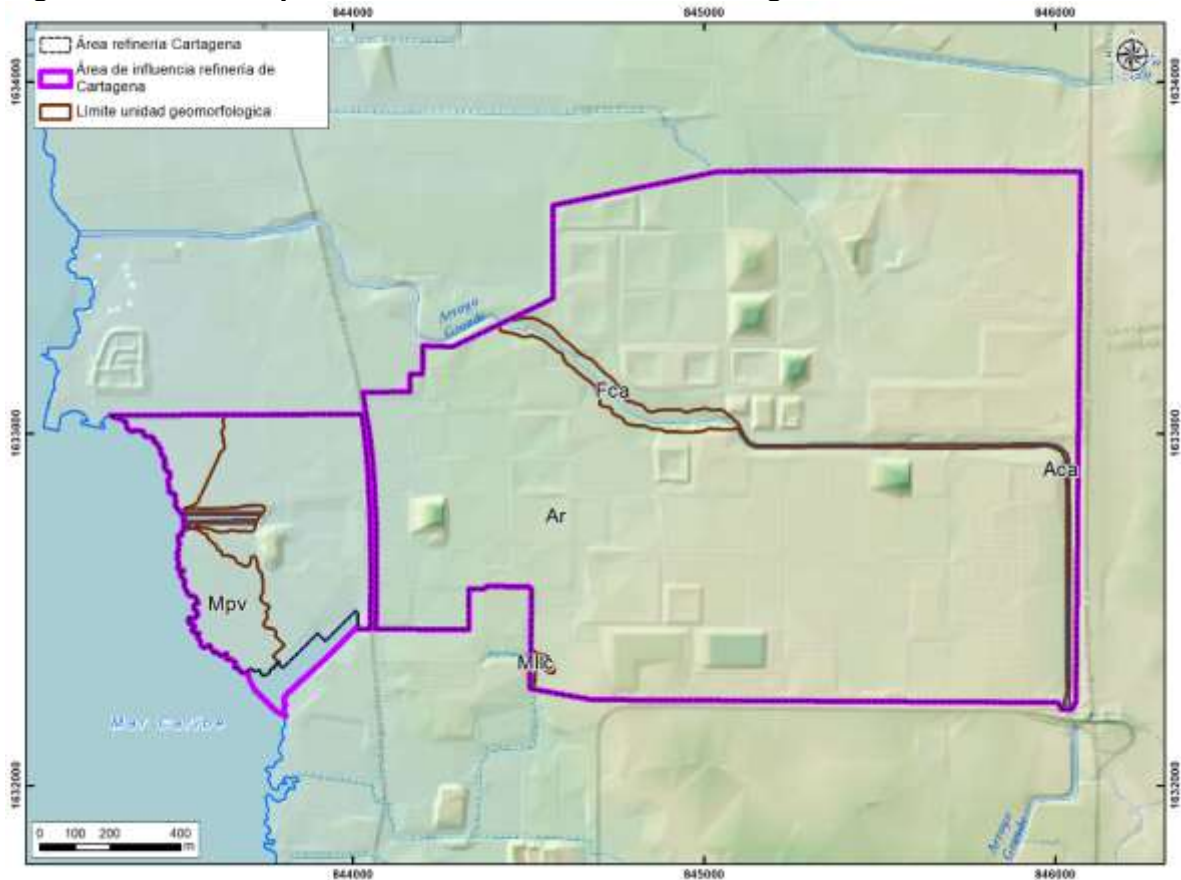
**Tabla 3.1 Unidades Geomorfológicas para el área de influencia**

GEOMORFO-ESTRUCTURA	PROVINCIA	REGIÓN	UNIDAD	SUB-UNIDAD	SIMBOLO	AI (ha)	AI (%)
OROGÉNICO COSTERO	CINTURON DE SINÚ	Antropogénico (A)	Canal	Canal Artificial	<b>Aca</b>	1,81	0,60
			Planos y llenos antrópicos	Planos y llenos antrópicos para construcciones industriales	<b>Ar</b>	281,78	93,11
		Marino (M)	Llanuras costeras	Llanuras costeras	<b>Mllc</b>	0,37	0,12
			Planos y llanuras con vegetación halófila	Planos y llanuras con vegetación halófila (Manglares)	<b>Mpv</b>	12,38	4,09
		Fluvial (F)	Cauce Aluvial	Cauce Aluvial	<b>Fca</b>	3,96	1,31
Plataforma continental	Mar Caribe	N/A	N/A	N/A	N/A	2,35	0,78
<b>TOTAL</b>						<b>302,64</b>	<b>100</b>

Fuente: Concol by WSP, 2019

En la Figura 3.3 se presenta la fotointerpretación de las unidades geomorfológicas a partir de la imagen de alta resolución y del DEM de 50 m. Donde se evidencia los contrastes texturales de las subunidades geomorfológicas identificadas-

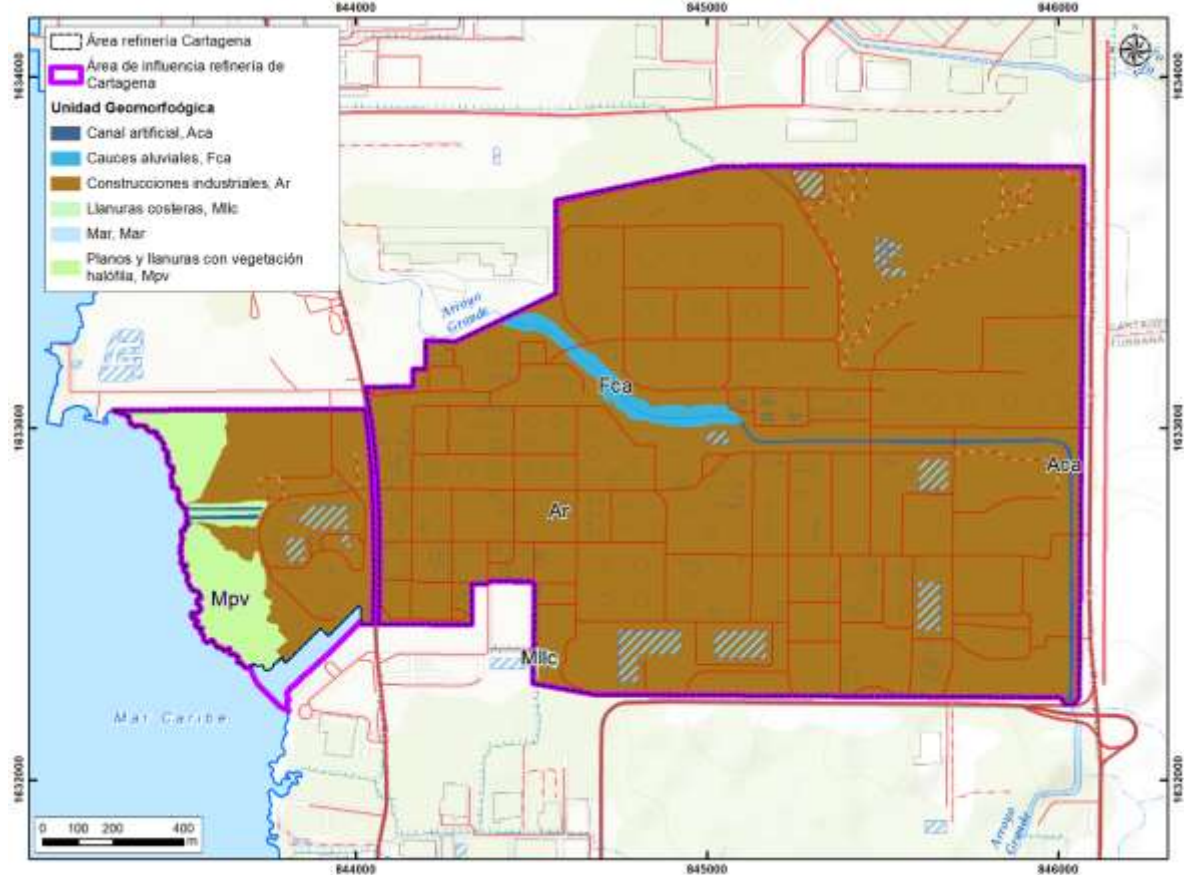
Figura 3.3 Fotointerpretación de unidades Geomorfológicas



Fuente: Concol by WSP, 2019

En la Figura 3.4 se muestra el mapa de sub-unidades geomorfológicas para el área de influencia y a continuación, se describen cada una de las unidades partiendo desde su ambiente morfogenético.

Figura 3.4 Mapa de unidades Geomorfológicas



Fuente: Concol by WSP, 2019

### 3.2.2.1.5 Sub-unidades

Esta categoría está definida fundamentalmente por contrastes morfológicos y morfométricos que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de los mismos. Igualmente, está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociadas a procesos morfodinámicos actuales de meteorización, erosión, transporte y acumulación bien definidos. (INGEOMINAS, 2011)

A continuación, se describen las sub-unidades geomorfológicas presentes en el área de influencia.

- **Sub-unidades Fluviales (F)**
- **Cauce aluvial (Fca)**

Los cauces aluviales están asociados en el área de la refinería al Arroyo Grande.

– **Morfogénesis**

Tipo de relieve plano, que ha sido formado a partir de la sobre excavación de corrientes perennes sobre los Depósitos Cuaternarios, influenciada tanto por la dinámica fluvial continental como por la acción de la dinámica costera (cambios de oleaje, etc)

– **Morfografía**

Canales de forma irregular excavados por corrientes perennes, forman cauces de gradiente muy baja con una forma sinuosa, presenta un patrón de drenaje subdendrítico, con flujos superficiales con dirección E-W, y que dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. (Ver Fotografía 3.1)

**Fotografía 3.1 Cauce aluvial (Fca)**



Arroyo Grande  
Coordenadas: E845023, N1633050  
Fuente: Concol by WSP, 2019

– **Morfodinámica**

Esta georfoma genera socavación sobre las geofomas aledañas a estas unidades.

– **Morfoestructura**

En el área de influencia no hay alguna evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos), para esta sub-unidad geomorfológica.

• **Sub-unidades Marinas (M)**

▪ **Llanuras Costeras (MIIC)**

Se encuentran en gran parte del área de influencia principalmente hacia el oriente y el

norte.

– **Morfogénesis**

Se origina por acción del mar en el pasado, se encuentran limitadas hacia el continente por colinas y hacia el mar por playas o llanuras intermareales, compuestos por materiales de tamaño limo y arena. (INGEOMINAS, 2010)

– **Morfografía**

Superficie de gran extensión, se encuentra suprayaciendo las rocas Neógenas, generalmente son superficies levemente onduladas subactuales, presentan pendientes entre 3 y 7%, los drenajes que se presentan son dendríticos.

– **Morfodinámica**

Dadas las características litológicas, tectónicas y de relieve, en esta geoforma se pueden desarrollar movimientos en masa, como erosión laminar.

– **Morfoestructura**

Se infiere que la Falla Pasacaballos pasa por debajo de esta unidad, pero no hay evidencia de actividades tectónicas posteriores al Neógeno.

**Fotografía 3.2 Llanuras Costeras (Mllc)**



Coordenadas: E843807, N1632328  
Fuente: Concol by WSP, 2019

▪ **Planos y llanuras con vegetación halófila (Mpv)**

Se encuentran dentro del área de influencia de la refinería limitados en el occidente por el mar Caribe y en el oriente por las playas (mpl). Están ubicados en la parte más occidental del área que pertenece a la refinería.

– **Morfogénesis**

Se originan por acción de los depósitos de manglar al occidente del área de influencia,

son depósitos que están constituidos por arenas finas, limos y lodos, limitados por playas hacia el continente y el mar en la parte occidental. (INGEOMINAS, 2010)

– **Morfografía**

Son superficies planas elevadas y ligeramente inclinadas hacia el mar, se encuentran con elevaciones entre 2 y 5 metros de altura, superficie de poca extensión, se encuentra suprayaciendo los depósitos de playa, presentan pendientes entre 0 -7%.

– **Morfodinámica**

Dadas las características litológicas y de relieve, en esta geoforma se pueden desarrollar movimientos en masa, como erosión en los límites costeros debido a los oleajes.

– **Morfoestructura**

En el área de influencia no hay alguna evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos), asociadas a esta unidad geomorfológica.

**Fotografía 3.3 Planos y llanuras con vegetación halófila (Mpv) en el límite costero**



Coordenadas: E843662, N1632556  
Fuente: Concol by WSP, 2019

• **Sub-unidades Antropogénicas (A)**

Hacen parte todas las zonas industriales dentro del área de influencia de la refinería, cuyas geoformas han sido modificadas antrópicamente.

▪ **Planos y llenos antrópicos para construcciones industriales (Ar)**



#### – **Morfogénesis**

Tipo de relieve plano, hechos técnicamente o artesanalmente con relleno de escombros en terrenos anegadizos para la construcción de zonas industriales. (INGEOMINAS, 2010)

#### – **Morfografía**

Tipos de relieve planos artificiales, presentan pendientes entre 1 y 3 en la mayor parte de su área, los drenajes que se presentan son de canales artificiales, zonas generalmente estables.

#### – **Morfodinámica**

Normalmente no presenta procesos de erosión o remoción en masa.

#### – **Morfoestructura**

En el área de influencia no hay alguna evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos), para esta unidad geomorfológica.

#### **Fotografía 3.4 Planos y llenos antrópicos para construcciones industriales (Ar)**



Coordenadas: E845662, N1632456

Fuente: Concol by WSP, 2019

#### ▪ **Canales artificiales (Aca)**

Los canales artificiales en el área de influencia se encuentran distribuidos dentro de la zona industrial, en el área de la refinería se puede observar el canal que conduce las aguas del Arroyo Grande a través de sus instalaciones, este canal pasa por la mitad de la refinería con un rumbo E-W, hasta el cauce aluvial del Arroyo Grande.

#### – **Morfogénesis**

Canales construidos por dragado y para la rectificación de cauces actuales para facilitar la navegación y alejarlos de las áreas industriales, localmente para abastecimiento de agua. (INGEOMINAS, 2010)

#### – **Morfografía**

Canales construidos de máximo 2 metros de ancho, presenta inclinaciones entre 1 y 5 ° los drenajes que se presentan son controlados de forma paralela a las construcciones, zonas generalmente estables.

#### – **Morfodinámica**

Normalmente no presenta procesos de erosión o remoción en masa.

#### – **Morfoestructura**

Los canales artificiales dentro y fuera de la refinería ubicados en el área de influencia no tienen alguna evidencia de morfoestructuras (fallas, pliegues o lineamientos), en el área de influencia la única morfoestructura que se evidencia es la Falla Pasacaballos, pero pasa lejos de esta subunidad.

### **3.2.2.1.6 Procesos morfodinámicos en el área de influencia**

La morfodinámica es la parte de la geomorfología que trata de los procesos geodinámicos externos (principalmente denudativos), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geoformas o Unidades de terreno. (Servicio Geológico Colombiano- SGC, 2012)

La generación del atributo morfodinámico se ha hecho a través de un proceso de agrupamiento, el cual se construye a partir de la representación cartográfica de los suelos transportados vistos como geoforma, del inventario de procesos, de la fotointerpretación, del inventario de campo y las variables geométricas derivadas del modelo DEM (RR). Es través de este agrupamiento que obtenemos una distribución espacial de los movimientos y el comportamiento del relieve asociado a las características del material. (Servicio Geológico Colombiano- SGC, 2013).

Mediante la interpretación de imágenes de satélite se realizó la cartografía de procesos erosivos y procesos de remoción en masa. En el área de influencia se lograron identificar procesos morfodinámicos de poca extensión, de carácter puntual relacionados principalmente a erosiones laminares, surcos (no cartografiables) y socavación lateral de los cauces actuales. (Ver Tabla 3.2)

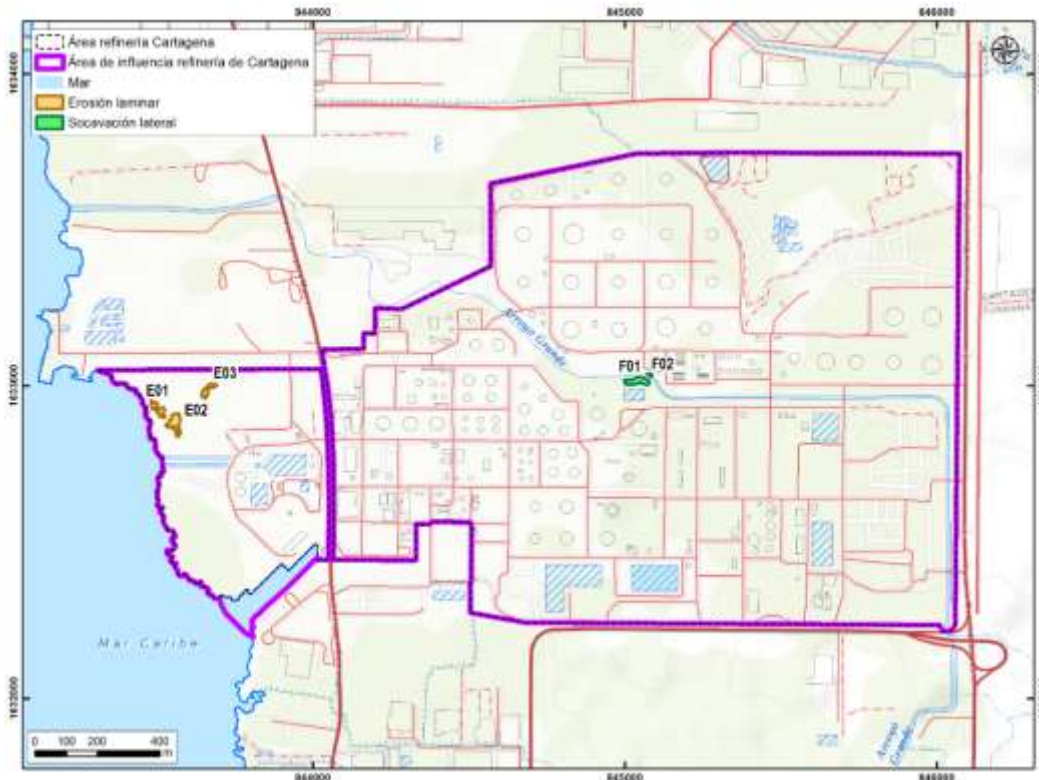
**Tabla 3.2 Procesos morfodinámicos en el área de influencia**

ID	TIPO DE PROCESO	UNIDAD GEOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	PENDIENTE	ÁREA (Ha)
F01	Socavación lateral	Depósitos Aluviales Recientes	Cauce Aluvial (Fca)	3-7%	0.134
F02	Socavación lateral	Depósitos Aluviales Recientes	Cauce Aluvial (Fca)	3-7%	0.007
E01	Erosión laminar	Depósitos de Playa	Planos y llanuras con vegetación halófila (Mpv)	7-12%	0.092
E02	Erosión laminar	Depósitos de Playa	Planos y llanuras con vegetación halófila (Mpv)	7-12%	0.169
E03	Erosión laminar	Depósitos de Playa	Planos y llanuras con vegetación halófila (Mpv)	7-12%	0.081

Fuente: Concol by WSP, 2019

En la Figura 3.5 se puede observar su distribución espacial.

**Figura 3.5 Procesos morfodinámicos en el área de influencia**



Fuente: Concol by WSP, 2019

### 3.2.2.1.7 Pendientes

El mapa de pendientes es una variable cuantitativa y continua, derivada del modelo digital de elevación (DEM). Los rangos de pendientes que se emplean en esta variable corresponden a los rangos de inclinación de laderas propuesto por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en los términos de referencia.

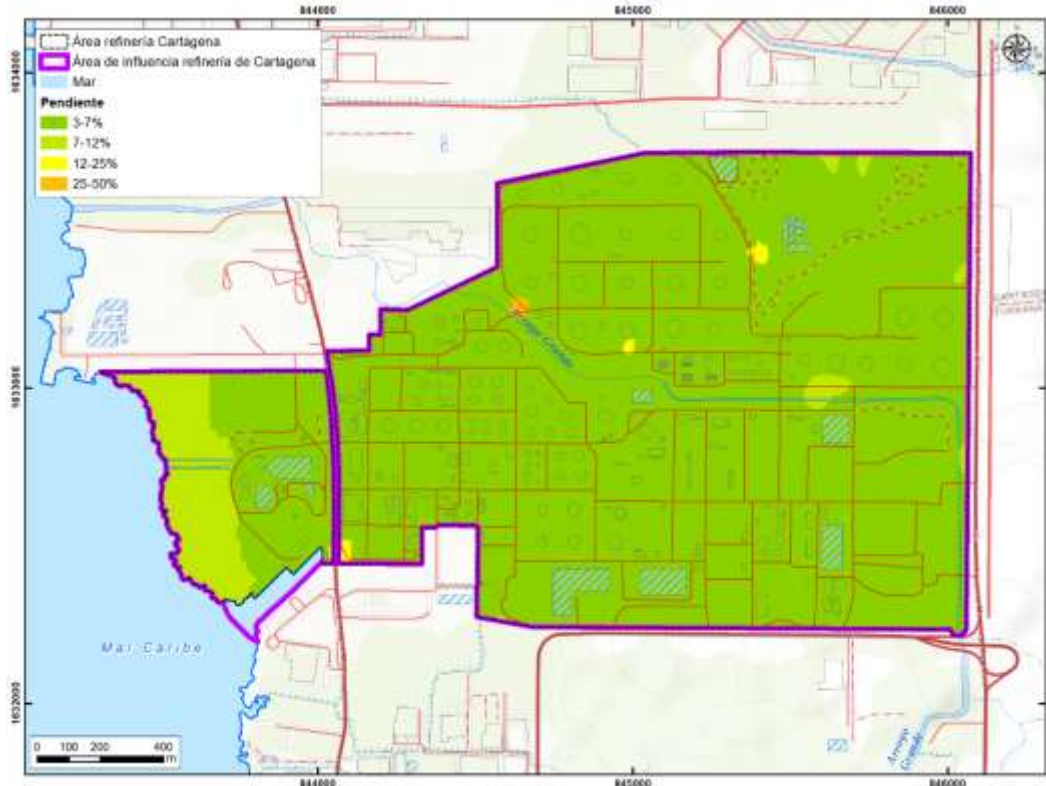
En la Tabla 3.3 y en Figura 3.6 se observa que para el área de influencia, se encuentra el 92,98% en pendientes ligeramente inclinadas, un 5,85% presenta pendientes entre 7 -12 % de inclinación siendo estas las más representativas del área de influencia, es decir que es un área muy plana topográficamente.

**Tabla 3.3 Pendientes en el área de influencia**

Unidad Cartográfica de Parámetro		Área (ha)	Área (%)
3 - 7%	Ligeramente Inclinado	281,39	92,98%
7 - 12%	Moderadamente Inclinado	17,71	5,85%
12 - 25%	Fuertemente Inclinado	0,84	0,28%
25 - 50%	Ligeramente Escarpado o Ligeramente Empinado	0,35	0,12%
Mar Caribe		2,35	0,78%
<b>Total</b>		<b>302,64</b>	<b>100%</b>

Fuente: Concol by WSP, 2019

**Figura 3.6 Distribución espacial de pendientes en el área de influencia**



Fuente: Concol by WSP, 2019