

TOMO 1/2


reficar
Refinería de Cartagena S.A.



RESUMEN EJECUTIVO

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

***ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA
LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y
OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA
POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO***

Julio de 2009

TABLA DE CONTENIDO

	pag.
RESUMEN EJECUTIVO	16
1 GENERALIDADES	29
1.1 INTRODUCCIÓN.....	29
1.2 Objetivos	35
1.3 Antecedentes.....	36
1.4 Alcances.....	49
1.5 Metodología	50
2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	59
2.1 Localización.....	59
2.2 Características Técnicas de las Actividades de la Construcción del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena	65
2.2.1 Instalaciones Portuarias	112
2.2.2 Descripción Técnica de Obras Asociadas	119
2.2.3 Accesos al Área del Proyecto	121
2.2.4 Etapa de Operación.....	122
2.2.5. Etapa de Abandono y Desmantelamiento	135
2.3 Organización del Proyecto	136
3. CARACTERIZACION DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	139
3.1 Áreas de influencia.....	139
3.1.1 Área de influencia directa (AID)	139
3.1.2 Área de influencia indirecta (AII)	141
3.2 Medio Abiótico	142
3.2.1 Geología.	142
3.2.2 Geomorfología.	145
3.2.3 Suelos.....	154
3.2.4 Hidrología.	158
3.2.5 Calidad del agua.....	160
3.2.6 Usos del agua.....	160
3.2.7 Hidrogeología.....	161
3.2.8 Geotecnia	162
3.2.9 Oceanografía	165
3.2.9.1 Corrientes.	166
3.2.9.2 Estudios de Oleaje	173
3.2.9.3 Mareas	173
3.2.9.4 Tormentas.....	175
3.2.9.5 Columna de agua.....	179

3.2.9.6	Caracterización de sedimentos marinos	203
3.2.10	Atmósfera	210
3.2.10.1	Clima	210
3.2.10.2	Calidad del aire	216
3.2.10.3	Ruido	222
3.2.11	Paisaje	225
3.3	Medio Biótico	227
3.3.1	Ecosistemas terrestres	227
3.3.1.1	Flora	227
3.3.1.2	Fauna	228
3.3.2	Ecosistemas acuáticos	229
3.3.3	Ecosistemas Marinos	229
3.4	Medio socioeconómico	282
3.4.1	Lineamientos de participación	282
3.4.2	Dimensión demográfica	286
3.4.3	Dimensión espacial	300
3.4.4	Dimensión económica	319
3.4.5	Dimensión cultural	354
3.4.6	Aspectos arqueológicos	359
3.4.7	Dimensión político-organizativa	359
3.4.7.1	Aspectos políticos	359
3.4.7.2	Presencia institucional y Organización comunitaria	360
3.4.8	Tendencias del desarrollo	361
3.4.9	Información sobre población a reasentar	377
3.5	Zonificación ambiental.	377

LISTA DE ANEXOS

	pag.
Anexo 3-1	<i>Acuerdo No 033 del 03 de octubre de 2007 (Digital).</i> 385
Anexo 3-2	<i>Registro diario de las principales variables meteorológicas para el periodo de calidad del aire. (Digital).</i> 386
Anexo 3-3	<i>Resultados de análisis de los parámetros de calidad del aire. (Digital).</i> 387
Anexo 3-4	<i>Resumen de los principales datos meteorológicos durante los días de monitoreo de ruido ambiental. (Digital).</i> 388
Anexo 3-5	<i>Certificados de calibración de los equipos de medición de ruido. (Digital).</i> 389
Anexo 3-6	<i>Actas respectivas de la socialización del proyecto y su material de registro filmico y fotográfico.</i> 390

LISTA DE FIGURAS

	pag.
Figura 1-1	Diagrama metodológico para la elaboración del EIA 51
Figura 2-1	Localización del proyecto del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena S.A. 59
Figura 2-2	Ubicación de las distintas zonas que integran el Terminal Portuario de la refinería de Cartagena 64
Figura 2-3	Ubicación de los muelles criterio, para la determinación de la configuración final del puerto. 66
Figura 2-4	Ubicación de las aguas adyacentes del TNP y el Muelle de Ecopetrol 69
Figura 2-5	Áreas de maniobra de los muelles aledaños al proyecto del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena 71
Figura 2-6	Propuestas de probable orientación del muelle 72
Figura 2-7	Análisis del escenario A para la localización AZIMUT de la pasarela 73
Figura 2-8	Análisis del escenario B para la localización AZIMUT de la pasarela 74
Figura 2-9	Análisis del escenario C y D para la localización AZIMUT de la pasarela 75
Figura 2-10	Orientación final del AZIMUT de la pasarela del Puerto de Reficar (244°)..... 77
Figura 2-11	Corrientes y sedimentación en la Bahía de Cartagena 79
Figura 2-12	Aguas bajas – muelle de Exxon – Mobil 81
Figura 2-13	Perspectiva en 3D del área de la Bahía de Cartagena a la desembocadura del canal del Dique..... 82
Figura 2-14	Escenarios de la orientación de la plataforma de amarre 84
Figura 2-15	Escenarios A y B de la orientación del muelle de amarre 85
Figura 2-16	Configuración seleccionada para el Terminal portuario de la Refinería de Cartagena 87
Figura 2-17	Planta Típica de solidificación de Azufre. 90
Figura 2-18	Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena 97
Figura 2-19	Detalles de la pasarela o trestle 99
Figura 2-20	Detalles de las plataformas de carga y sistemas de atraque y amarre 101
Figura 2-21	Ubicación Muelle 1 y 2 del Roll on Roll off ó Ro-Ro..... 107
Figura 2-22	Cronograma de construcción del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena 111
Figura 2-23	Áreas de fondeo en la bahía de Cartagena 123
Figura 2-24	Diagrama de proceso del sistema de carga de Petcoque 125
Figura 2-25	Diagrama de proceso del sistema de cargue del Azufre sólido 129
Figura 2-26	Configuración del sistema de transporte y almacenamiento del Azufre líquido. 131
Figura 2-27	Ejemplo de la grilla de cargue del Azufre líquido..... 132
Figura 2-28	Distribución de las distintas líneas de tuberías..... 134
Figura 2-29	Organigrama actual para la operación del Puerto de la Refinería de Cartagena S.A. 136
Figura 2-30	Organigrama actual de Ecopetrol S.A..... 137
Figura 3-1	Área de influencia directa (AID) del proyecto 141
Figura 3-2	Columna estratigráfica generalizada del Cinturón del Sinú..... 144
Figura 3-3	Fotografía panorámica de la desembocadura del Canal del Dique en la Bahía de Cartagena 147

Figura 3-4	Composición, en %, de los limos finos y los limos gruesos que se encuentran en el lecho de la bahía, de acuerdo con los resultados del Proyecto Modelo Geodinámico de Bahía Tropical – Bahía de Cartagena de Indias	149
Figura 3-5	Composición en % de las arenas medianas y las arenas gruesas que se encuentran en el lecho de la bahía, de acuerdo con los resultados del Proyecto Modelo Geodinámico de Bahía Tropical – Bahía de Cartagena de Indias.....	151
Figura 3-6	Esquema de la dinámica marina en el sector de Bocagrande	152
Figura 3-7	Representación tridimensional del área montañosa cercana al proyecto.....	153
Figura 3-8	Diagrama de contorno de la topografía del área cercana al proyecto	154
Figura 3-9	Usos del suelo de la zona de interés, parte del mapa del POT de Cartagena.....	156
Figura 3-10	Mapa de riesgo sísmico para Colombia.....	164
Figura 3-11	Ciclo de marea utilizado en la modelación de corrientes con el modelo CODEGO.	168
Figura 3-12	Régimen de corrientes Bahía de Cartagena a) 5 h, b) 7 h, c) 14 h, d) 18 h, e) 24 h.	169
Figura 3-13	Régimen de corrientes en la época seca para la Bahía de Cartagena. a) 5 h, b) 7 h, c) 14 h, d) 18 h, e) 24 h.	170
Figura 3-14	Régimen de corrientes en la época seca para la Bahía de Cartagena 4h corrida modelo CODEGO – CIOH.	171
Figura 3-15	Régimen de corrientes en la época seca para la Bahía de Cartagena. 08h corrida modelo CODEGO – CIOH.	172
Figura 3-16	Comportamiento de la marea en la Bahía de Cartagena 1995 - 2001.....	174
Figura 3-17	Módulo de viento para la hora 07:00 (local) en la estación “Rafael Núñez”	176
Figura 3-18	Módulo de viento para la hora 13:00 (local) en la estación “Rafael Núñez”	176
Figura 3-19	Módulo de viento para la hora 19:00 (local) en la estación “Rafael Núñez”	177
Figura 3-20	Vientos máximos en la estación “Rafael Núñez”	177
Figura 3-21	Ecomapa identificando la carga diaria del Canal del Dique.....	182
Figura 3-22	Ecomapa identificando los vertimientos de aguas servidas y su impacto en la calidad de agua de la Bahía de Cartagena	183
Figura 3-23	Ecomapa identificando la zona industrial y portuaria de Mamonal y su interacción con la calidad de agua de la Bahía de Cartagena.....	184
Figura 3-24	Ubicación de las estaciones de monitoreo del INVEMAR para el monitoreo de la calidad ambiental en una grilla de 10 estaciones en la Bahía de Cartagena	188
Figura 3-25	Valores medios por profundidad y período para las cuatro variables analizadas.....	195
Figura 3-26	Correlaciones significativas entre las variables fisicoquímicas que definen la calidad general de las aguas (línea continua: directa; punteado: inversa).....	196
Figura 3-27	Expresión de las condiciones generales del agua en los dos primeros componentes principales.	196
Figura 3-28	Representación espacial de las condiciones generales del agua según los dos primeros componentes principales.	197
Figura 3-29	Correlaciones significativas entre las variables fisicoquímicas (línea continua: positiva; línea punteada: negativa).	200
Figura 3-30	Expresión de las condiciones del agua en los tres primeros componentes principales.	201
Figura 3-31	Representación espacial de las condiciones del agua según los dos primeros componentes principales.	202

Figura 3-32	Valores medios por época para las cuatro variables analizadas.....	203
Figura 3-33	Correlaciones significativas entre las variables fisicoquímicas (línea continua: positiva; línea punteada: negativa).	207
Figura 3-34	Expresión de las características fisicoquímicas en sedimentos en los dos primeros componentes principales.	208
Figura 3-35	Representación espacial de las características fisicoquímicas en sedimentos según los dos primeros componentes principales.	209
Figura 3-36	Diagrama Índice de Aridez o de Gausson para la Región de Cartagena	211
Figura 3-37	Rosa de los vientos para la época seca. Aeropuerto Rafael Núñez	213
Figura 3-38	Rosa de los vientos para la primera época de lluvias. Aeropuerto Rafael Núñez.....	213
Figura 3-39	Rosa de los vientos para la época de transición. Aeropuerto Rafael Núñez	213
Figura 3-40	Rosa de los vientos para la segunda temporada de lluvias. Aeropuerto Rafael Núñez	213
Figura 3-41	Variación mensual de la velocidad del viento. Aeropuerto Rafael Núñez.....	214
Figura 3-42	Imagen de satélite de la MSFC. NASA. 2007. Trayectoria huracán Félix.	215
Figura 3-43	Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire ambiental. Refinería de Cartagena, mayo – Junio de 2008.....	217
Figura 3-44	Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental. Refinería de Cartagena, Junio de 2008.	223
Figura 3-45	Cobertura en el área de influencia del proyecto.....	227
Figura 3-46	Individuos (por 2.52 m ²) colectados por phylum en las 7 estaciones durante los 3 períodos de estudio.	230
Figura 3-47	Individuos (por 2.52 m ²) colectados por taxa en las 7 estaciones durante los 3 períodos de estudio.	234
Figura 3-48	Expresión espacial de la riqueza y la abundancia para las comunidades bentónicas en capa estación y época de estudio.	237
Figura 3-49	Análisis de clasificación para las densidades (Bray-Curtis) y las densidades relativas (Morisita) de la comunidad bentónica.....	239
Figura 3-50	Expresión espacial de la estructura del bentos durante los tres períodos de estudio.	240
Figura 3-51	Análisis de correlación canónico entre los 2 primeros ejes de las coordenadas principales del bentos (densidad) y las variables fisicoquímicas en sedimentos.....	241
Figura 3-52	Conformación de la comunidad zooplanctónica en organismos y familias en el área estudiada.....	251
Figura 3-53	Densidad porcentual de las familias cuya participación es mayor a 2%.....	252
Figura 3-54	Expresión espacial de la riqueza y la abundancia para las comunidades zooplanctónicas en cada estación y época de estudio.	254
Figura 3-55	Análisis de clasificación para las densidades (Bray-Curtis) y las densidades relativas (Morisita) de la comunidad zooplanctónica.....	256
Figura 3-56	Expresión espacial de la estructura del zooplancton durante los tres períodos de estudio.....	257
Figura 3-57	Análisis de correlación canónico entre los 2 primeros ejes de las coordenadas principales del zooplancton (densidad) y las variables fisicoquímicas en aguas.....	259
Figura 3-58	Participación de las capturas ícticas por su abundancia (a) y biomasa (b) durante los períodos de estudio.	264
Figura 3-59	Conformación de la comunidad íctica por Órdenes.....	266



Figura 3-60	Contribución porcentual de las especies más abundantes.	266
Figura 3-61	Abundancias porcentuales de las especies más importantes para cada período de estudio.	267
Figura 3-62	Biomásas porcentuales de las especies más importantes para cada período de estudio.	267
Figura 3-63	Estados gonadales para hembras (H) y machos (M) de las especies más importantes durante cada período de estudio.	269
Figura 3-64	Estados gonadales para hembras (H) y machos (M) de las especies más importantes durante cada período de estudio.	269
Figura 3-65	Estados gonadales para hembras (H) y machos (M) de las especies más importantes durante cada período de estudio.	270
Figura 3-66	Hábitos alimenticios de las especies capturadas en cada período de estudio.	274
Figura 3-67	Expresión espacial de la riqueza y la abundancia para la ictiofauna en cada estación y época de estudio.	276
Figura 3-68	Análisis de clasificación para las capturas (Bray-Curtis) y las capturas relativas (Morisita) de la comunidad íctica.	278
Figura 3-69	Expresión espacial de la estructura de la ictiofauna durante los tres períodos de estudio.	279
Figura 3-70	Análisis de correlación canónico entre los 2 primeros ejes de las coordenadas principales de la ictiofauna (capturas) y las variables fisicoquímicas.	281
Figura 3-71	Mapas de las localidades y comunas de Cartagena.	288
Figura 3-72	Participación urbana-rural.	289
Figura 3-73	Población por sexo.	290
Figura 3-74	Distribución número de personas por hogar.	290
Figura 3-75	Promedio de personas por hogar según área.	290
Figura 3-76	Necesidades Básicas Insatisfechas.	293
Figura 3-77	Distribución del SISBEN.	294
Figura 3-78	Afiliaciones al Régimen Subsidiado en Cartagena.	295
Figura 3-79	Cobertura de los servicios públicos en la ciudad de Cartagena.	301
Figura 3-80	Incidencia del Dengue en el total de Cartagena.	306
Figura 3-81	Incidencia del Dengue por Localidad.	306
Figura 3-82	Intoxicaciones alimenticias.	307
Figura 3-83	Nivel de estudios de la población de Cartagena según localidad.	308
Figura 3-84	Tipo de vivienda.	310
Figura 3-85	Stock de Vivienda por ubicación.	310
Figura 3-86	Stock de vivienda por tipo de ocupación.	311
Figura 3-87	Sistema Vial de Cartagena.	314
Figura 3-88	Sistema Integrado de Transporte Masivo de Cartagena.	316
Figura 3-89	Composición del parque automotor de Cartagena.	317
Figura 3-90	Promedio de pasajeros transportados diariamente.	318
Figura 3-91	localización conceptual de rutas de transporte acuático.	319
Figura 3-92	Mercado laboral en principales ciudades, 2005.	320
Figura 3-93	principales indicadores laborales. tercer trimestre.	321
Figura 3-94	Tasas de ocupación, global de participación, desempleo y subempleo trimestrales.	321
Figura 3-95	Población ocupada, formal e informal, según rama de actividad 2006.	322
Figura 3-96	Exportaciones de bolívar según actividades económicas, 2006*.	324

<i>Figura 3-97</i>	<i>Importaciones del Dpto. de Bolívar según actividades económicas</i>	<i>325</i>
<i>Figura 3-98</i>	<i>Número de Recaladas – Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, 2000 - 2007.....</i>	<i>328</i>
<i>Figura 3-99</i>	<i>Comercio Exterior de Cartagena según clasificación CIIU – 2007. Valor FOB en millones de dólares y distribución porcentual por categoría en el total de Cartagena</i>	<i>332</i>
<i>Figura 3-100</i>	<i>Exportaciones según clasificación CIIU – Nacional y Cartagena, 2007 - Valor FOB (US\$Mill.).....</i>	<i>333</i>
<i>Figura 3-101</i>	<i>Importaciones según clasificación CIIU – Nacional y Cartagena, 2007. Valor CIF (US\$Mill.)....</i>	<i>334</i>
<i>Figura 3-102</i>	<i>Recaudos Aduaneros según puerto (arancel + IVA) – 2007 - Promedio mes (COL\$ millones)</i>	<i>336</i>
<i>Figura 3-103</i>	<i>Dinámica de los turistas que ingresan a Cartagena - 1990 – 1998.....</i>	<i>339</i>
<i>Figura 3-104</i>	<i>Ingreso de turistas por cruceros, 2003 – 2006</i>	<i>340</i>
<i>Figura 3-105</i>	<i>Comportamiento de la pesca artesanal e industrial en el litoral Caribe enero - mayo 2007</i>	<i>352</i>
<i>Figura 3-106</i>	<i>Distribución porcentual de las capturas y desembarcos de peces en los puertos del litoral Caribe, mayo 2007.....</i>	<i>352</i>
<i>Figura 3-107</i>	<i>Distribución porcentual de los principales crustáceos (kg) capturados</i>	<i>353</i>
<i>Figura 3-108</i>	<i>Capturas y desembarcos reportados por municipios.....</i>	<i>353</i>
<i>Figura 3-109</i>	<i>Nivel Educativo de los empleados del sector de Mamonal.....</i>	<i>358</i>
<i>Figura 3-110</i>	<i>Costo de Transporte según capacidad del barco – Ruta Cartagena - Europa.....</i>	<i>364</i>
<i>Figura 3-111</i>	<i>Proyección movimiento de contenedores en la Bahía de Cartagena.....</i>	<i>365</i>
<i>Figura 3-112</i>	<i>Modelo Logístico</i>	<i>366</i>
<i>Figura 3-113</i>	<i>Integración sistema multimodal de transporte</i>	<i>368</i>
<i>Figura 3-114</i>	<i>Posición de Cartagena en el ranking de competitividad por factores.....</i>	<i>371</i>
<i>Figura 3-115</i>	<i>Inversión neta de capitales según actividades económicas – 2007</i>	<i>372</i>
<i>Figura 3-116</i>	<i>Inversión neta de capitales según tamaño de empresa – 2007.....</i>	<i>372</i>
<i>Figura 3-117</i>	<i>Gráfica de crecimiento del PIB Anual (1991-2005).....</i>	<i>373</i>
<i>Figura 3-118</i>	<i>Esquema base para la clasificación de ecosistemas.....</i>	<i>380</i>

LISTA DE TABLAS

	pag.
Tabla 0-1	Zonas e instalaciones que conformarán el terminal portuario de la Refinería de Cartagena. 18
Tabla 0-2	Fichas de Manejo Ambiental (Revisión 1) para la construcción del Terminal Portuario y de las Nuevas Plantas de la refinería de Cartagena. 22
Tabla 0-3	Fichas de Manejo Ambiental (Revisión 1) para la construcción del Terminal Portuario y de las Nuevas Plantas de la refinería de Cartagena, que cambian de numeración..... 23
Tabla 0-4	Fichas de Manejo Ambiental (Revisión 1) para la operación del Terminal Portuario y de la Nuevas Plantas de la refinería de Cartagena. 23
Tabla 0-5	Fichas de Manejo Ambiental (Revisión 1) para la operación del Terminal Portuario y de la Nuevas Plantas de la refinería de Cartagena, que cambian de numeración..... 25
Tabla 0-6	Fichas de Manejo Ambiental para la Refinería de Cartagena (actividades de la refinería y el puerto). 25
Tabla 2-1	Límites geográficos de la zona marítima accesoria de pasarela..... 60
Tabla 2-2	Coordenadas geográficas de los puntos que limitan la zona marítima accesoria de pasarela 60
Tabla 2-3	Coordenadas geográficas de los puntos que limitan la zona marítima accesoria de pasarela 61
Tabla 2-4	Límites geográficos de la zona marítima accesoria de muelle, atraque y maniobra 61
Tabla 2-5	Coordenadas geográficas de los puntos que limitan la zona marítima accesoria de muelle, atraque y maniobras..... 61
Tabla 2-6	Coordenadas geográficas de los puntos que limitan la zona marítima accesoria de pasarela 62
Tabla 2-7	Límites geográficos de la zona de bienes de playa y baja mar 62
Tabla 2-8	Coordenadas geográficas de los puntos de la zona playa y baja mar..... 62
Tabla 2-9	Tipos de embarcación y sus características más relevantes 67
Tabla 2-10	Características actuales y futuras del Canal de Bocachica..... 67
Tabla 2-11	Base de Diseño para la solidificación del Azufre. 89
Tabla 2-12	Descripción de la construcción de la pasarela o trestle 98
Tabla 2-13	Descripción de la construcción de las plataformas 1 y 2 100
Tabla 2-14	Descripción de la construcción de la plataforma 3..... 102
Tabla 2-15	Descripción de la construcción del sistema de atraque y amarre 103
Tabla 2-16	Conformación del sistema de manejo de Petcoque o coque del Petróleo y Azufre 105
Tabla 2-17	Conformación del sistema de tuberías (pipe rack) 106
Tabla 2-18	Descripción de la construcción del Muelle Roll on Roll off..... 106
Tabla 2-19	Especificaciones de los distintos tipos de concreto a usar en la construcción del Terminal Portuario de Reficar..... 108
Tabla 2-20	Costos estimados del proyecto de construcción del Terminal Portuario de Reficar 109
Tabla 2-21	Tipos de buques para el cargue de Petcoque 123
Tabla 2-22	Tipos de buques para el cargue de Azufre 126
Tabla 2-23	Tipos de buques para la importación de Petróleo 133
Tabla 2-24	Tipos de buques para el cargue de Azufre 133
Tabla 2-25	Sistema de tubería de servicio 135

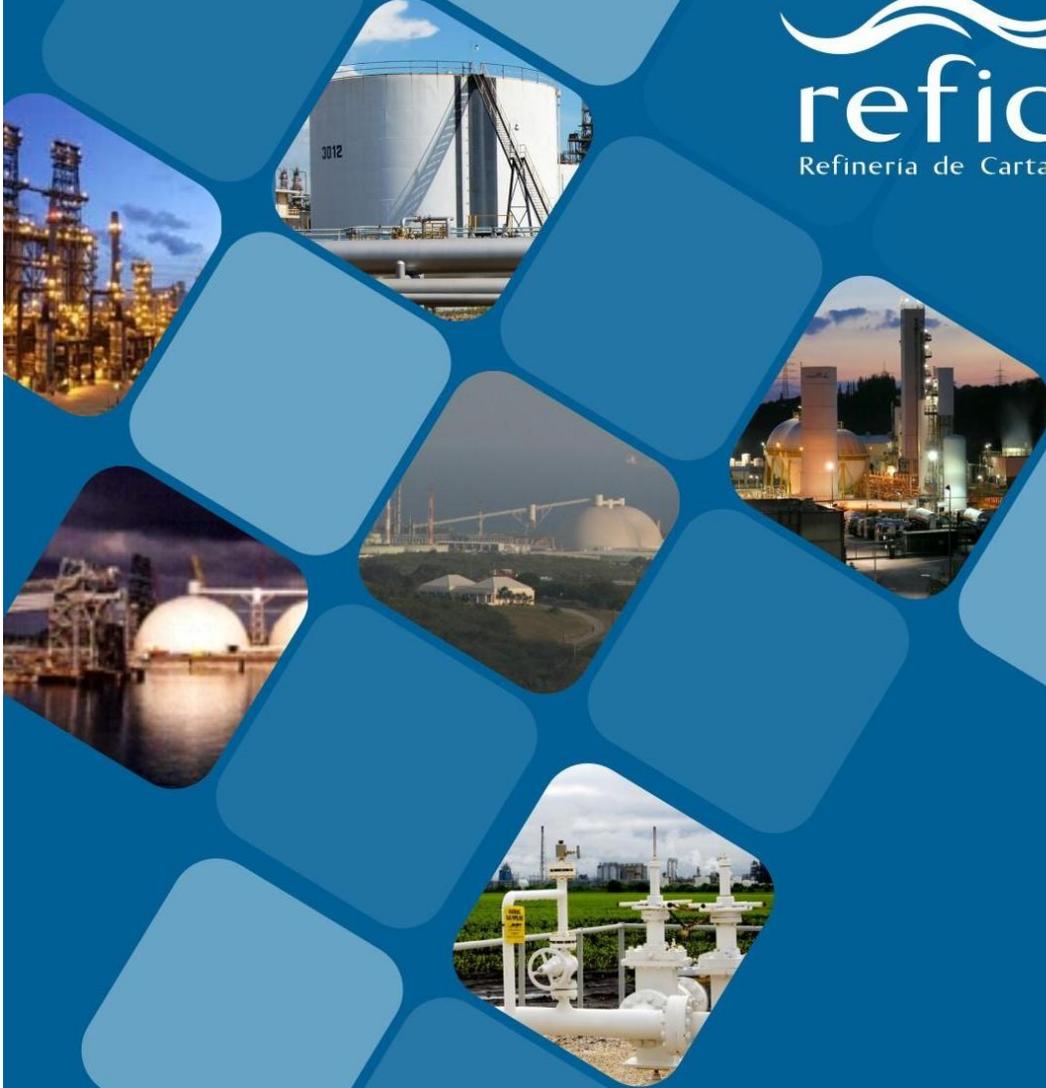
Tabla 3-1	<i>Principales componentes de marea identificadas en Cartagena (Molares, 2004)</i>	174
Tabla 3-2	<i>Resumen de las cargas aportadas por las fuentes de contaminación de residuos líquidos a la Bahía de Cartagena, 1996-1997</i>	180
Tabla 3-3	<i>Localización geográfica y profundidad de las estaciones de muestreo seleccionadas en la Bahía de Cartagena</i>	187
Tabla 3-4	<i>Parámetros y métodos de análisis de la calidad de agua en la Bahía de Cartagena</i>	189
Tabla 3-5	<i>Condiciones fisicoquímicas generales en el agua por estación (Ei), profundidad (S: superficie; M: media; F: fondo) y período (1: agosto 2007; 2: noviembre 2007; 3: marzo 2008).</i>	191
Tabla 3-6	<i>Condiciones fisicoquímicas en el agua por estación (Ei) y período (1: agosto 2007; 2: noviembre 2007; 3: marzo 2008).</i>	193
Tabla 3-7	<i>Matriz de correlaciones entre las variables fisicoquímicas que definen la calidad general de las aguas.</i>	195
Tabla 3-8	<i>Matriz de correlaciones entre las variables fisicoquímicas en aguas.</i>	199
Tabla 3-9	<i>Métodos analíticos utilizados para la caracterización de los sedimentos</i>	205
Tabla 3-10	<i>Localización geográfica y profundidad de las estaciones de monitoreo de sedimentos de la Bahía de Cartagena</i>	205
Tabla 3-11	<i>Condiciones fisicoquímicas en sedimentos por estación (Ei) y período (1: agosto 2007; 2: noviembre 2007; 3: marzo 2008).</i>	206
Tabla 3-12	<i>Matriz de correlaciones entre las variables fisicoquímicas en aguas.</i>	207
Tabla 3-13	<i>Media mensual Temperatura (°C)</i>	215
Tabla 3-14	<i>Media Mensual Humedad Relativa (%)</i>	216
Tabla 3-15	<i>Media Mensual Brillo Solar (horas)</i>	216
Tabla 3-16	<i>Media Mensual Precipitación (mm)</i>	216
Tabla 3-17	<i>Ubicación específica de las estaciones de monitoreo de Calidad de Aire. Refinería de Cartagena, mayo –Junio de 2008.</i>	218
Tabla 3-18	<i>Técnicas de monitoreo calidad del aire</i>	218
Tabla 3-19	<i>Condiciones meteorológicas registradas durante el monitoreo de calidad de aire</i>	220
Tabla 3-20	<i>Resultados de los monitoreos de calidad del aire para el área de influencia del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena S.A.</i>	220
Tabla 3-21	<i>Puntos de Monitoreo de Ruido al interior de la refinería de Cartagena –Junio 2008</i>	222
Tabla 3-22	<i>Rangos de operaciones recomendados por el fabricante de los equipos de monitoreo de ruido ambiental</i>	224
Tabla 3-23	<i>Condiciones meteorológicas predominantes durante el monitoreo de Ruido Ambiental, mayo –Junio 2008.</i>	224
Tabla 3-24	<i>Niveles sonoros LEQ, LD y LN obtenidos en el monitoreo de Ruido Ambiental y su comparación con los estándares máximos permisible del sector C – Subsector 1. Refinería de Cartagena –Junio 2008</i>	225
Tabla 3-25	<i>Densidades (Ind./2.52 m²) y densidades relativas para la comunidad bentónica.</i>	229
Tabla 3-26	<i>Bentos densidad por estación (Ei) y período (1: agosto 2007; 2: noviembre 2007; 3: marzo 2008).</i>	231
Tabla 3-27	<i>Densidades y densidades relativas para la comunidad bentónica</i>	234
Tabla 3-28	<i>Descriptores de la estructura de la comunidad bentónica por estación y época.</i>	236

Tabla 3-29	Correlación entre los ejes de ordenación del bentos y las variables fisicoquímicas en los sedimentos.....	241
Tabla 3-30	Tolerancia de los principales taxa del bentos en el área de estudio.	242
Tabla 3-31	Ubicación filogenética de las familias encontradas en la comunidad de zooplancton.	245
Tabla 3-32	Densidad de los organismos del zooplancton en el área de estudio (Ind./100 m ³).....	248
Tabla 3-33	Densidades (Ind./100 m ³) y número de familias para los diferentes phylum hallados en la comunidad zooplanctónica.	251
Tabla 3-34	Descriptores de la estructura de la comunidad zooplanctónica por estación y época.	253
Tabla 3-35	Correlación entre los ejes de ordenación del zooplancton y las variables fisicoquímicas en las aguas.	258
Tabla 3-36	Tolerancia de los principales taxa del zooplancton (con participación mayor al 1%) en el área de estudio.	259
Tabla 3-37	Ubicación filogenética de las especies de peces capturadas en el área de estudio y nombre vernacular.	261
Tabla 3-38	Capturas de la comunidad íctica por especie, estación y período de muestreo.	263
Tabla 3-39	Captura y biomasa íctica correspondientes a las especies más abundantes en el área de estudio.	264
Tabla 3-40	Cálculo del índice de Shannon sobre las especies cuyas capturas superaron 10 individuos en el área y período de estudio.....	268
Tabla 3-41	Estado gonadal de las especies más abundantes en los distintos períodos de estudio.	270
Tabla 3-42	Hábitos alimenticios de la ictiofauna capturada en el área de estudio.	272
Tabla 3-43	Descriptores de la estructura de la comunidad íctica por estación y época.	275
Tabla 3-44	Correlación entre los ejes de ordenación de la ictiofauna y las variables fisicoquímicas en las aguas.	280
Tabla 3-45	Crecimiento Poblacional	288
Tabla 3-46	Estructura de población por edades	289
Tabla 3-47	Tasa Bruta de Natalidad y Mortalidad.....	291
Tabla 3-48	Mortalidad por sexo	291
Tabla 3-49	Diez Primeras Causas de Muerte	292
Tabla 3-50	Clasificación del SISBEN.....	293
Tabla 3-51	Niveles SISBEN por Localidades.....	294
Tabla 3-52	Estratificación socioeconómica	295
Tabla 3-53	Crecimiento poblacional proyectado a 2011	296
Tabla 3-54	Ubicación de grupos desplazados y composición según grupos etéreos	297
Tabla 3-55	Cobertura de los servicios públicos según localidades de Cartagena	301
Tabla 3-56	Eliminación de residuos sólidos domésticos.	303
Tabla 3-57	Morbilidad en niveles I y II del sisben.....	305
Tabla 3-58	Descripción general del mercado laboral en Cartagena, 2005	320
Tabla 3-59	Tráfico de Mercancías por vía marítima según región portuaria – 2004 (Toneladas).....	326
Tabla 3-60	Movimiento de embarcaciones en la Bahía de Cartagena – promedio por mes.....	327
Tabla 3-61	Movimiento general de carga en la Bahía de Cartagena, 1996 y 2007.....	329
Tabla 3-62	Movimiento de hidrocarburos – 1996	330

Tabla 3-63	<i>Balanza comercial para la fabricación de productos de la refinación de petróleo - 1998 – 2007 (Millones de dólares a precios FOB).....</i>	335
Tabla 3-64	<i>Nuevas Exportaciones e Importaciones previstas por el Puerto de Reficar.....</i>	337
Tabla 3-65	<i>Producción camaronera en la zona de influencia del canal del dique.....</i>	342
Tabla 3-66	<i>Población de pescadores Bolívar y Cartagena.....</i>	342
Tabla 3-67	<i>Número de pescadores en Bolívar y en Cartagena.....</i>	347
Tabla 3-68	<i>Asociaciones a las que pertenecen estos pescadores domiciliados en Cartagena:.....</i>	349
Tabla 3-69	<i>Área de pesca.....</i>	349
Tabla 3-70	<i>Arte de pescar. De 1094 pescadores, 344 pescadores que tienen su domicilio en Cartagena:.....</i>	349
Tabla 3-71	<i>Ingreso diario promedio del pescador.....</i>	354
Tabla 3-72	<i>Resultado de elecciones para alcaldía de Cartagena.....</i>	359
Tabla 3-73	<i>Conformación del concejo municipal del Distrito Turístico de Cartagena – Registraduría.</i>	359
Tabla 3-74	<i>Inversiones con vocación exportadora en Cartagena.....</i>	367
Tabla 3-75	<i>Ecosistemas, recursos y/o elementos socioeconómicos considerados para la zonificación ambiental.....</i>	378
Tabla 3-76	<i>Matriz de zonificación ambiental.....</i>	381
Tabla 3-77	<i>Áreas y/o elementos de alta sensibilidad ambiental.....</i>	382
Tabla 3-78	<i>Áreas y/o elementos de media sensibilidad ambiental.....</i>	382
Tabla 3-79	<i>Áreas y/o elementos de baja sensibilidad ambiental.....</i>	383

LISTA DE PLANOS

	pag.
<i>Plano 2-1</i>	<i>Ubicación del proyecto georreferenciado</i> 393
<i>Plano 2-2</i>	<i>Planta de las Instalaciones</i> 394
<i>Plano 3-1</i>	<i>Geología de la zona de desarrollo del proyecto</i> 394
<i>Plano 3-2</i>	<i>Geomorfología de la zona de desarrollo del proyecto</i> 395
<i>Plano 3-3</i>	<i>Topografía del área aledaña</i> 396
<i>Plano 3-4</i>	<i>Batimetría de la Bahía de Cartagena</i> 397
<i>Plano 3-5</i>	<i>Usos del suelo de la zona de interés, parte del mapa del POT de Cartagena</i> 398
<i>Plano 3-6</i>	<i>Hidrología de la zona del proyecto.</i> 399
<i>Plano 3-7</i>	<i>Hidrogeología de la zona.</i> 400
<i>Plano 3-8</i>	<i>Cobertura Vegetal.</i> 401
<i>Plano 3-9</i>	<i>Zonificación de sensibilidad ambiental del proyecto.</i> 402



RESUMEN EJECUTIVO

Julio de 2009

RESUMEN EJECUTIVO

La Refinería de Cartagena S.A. – Reficar, ha elaborado el presente Estudio de Impacto Ambiental para impulsar y desarrollar sus operaciones portuarias dentro del alcance previsto de la ampliación de la refinería de Cartagena y para ello ha previsto la construcción y operación del un nuevo Terminal Portuario, para apoyar las actividades de:

- ✓ Exportación de Petcoque o Coque de Petróleo.
- ✓ Exportación de Azufre Sólido.
- ✓ Importación de Petróleo Crudo.
- ✓ Exportación de Diesel de Bajo Contenido de Azufre o Ultra Low Sulphur Diesel (ULSD).
- ✓ Despacho de Azufre líquido por carrotanque para el mercado nacional.
- ✓ Posiblemente importación y exportación de Amoniaco

Dentro del contexto anotado y dado que todas las instalaciones de almacenaje y transporte de los productos, se encuentran a la fecha cubiertas con la Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT – mediante la Resolución No 1157 de 2000, para la construcción y operación de las nuevas plantas de la Refinería de Cartagena, y modificada mediante la Resolución 2102 de noviembre de 2008, el alcance previsto para el presente estudio cubre la adición de las instalaciones portuarias complementarias.

El terminal a desarrollar como complemento de las instalaciones de ampliación de la refinería de Cartagena, dispondrá de un sistema de tolvas y bandas transportadoras cerradas, el cual permitirá el acarreo de los subproductos producidos en la refinería, como es del caso del coque de petróleo tipo ánodo y tipo combustible, que será almacenado en dos bodegas cerradas, contará con un patio de acopio para el Azufre sólido, el cual se obtendrá tras su almacenaje en forma líquida y que se solidificará mediante el sistema de prillado. Esta zona contará con una línea de cargue de Azufre líquido, las cuales son unas infraestructura que se trasladan de las instalaciones actuales de la Refinería para esta zona de manejo de Azufre dentro del Terminal Portuario; todo lo anterior dará una capacidad de manejo de aproximadamente 1.000.000 de toneladas métricas de Petcoque al año para exportar, 109.000 toneladas métricas de Azufre sólido al año para exportar y 35.000 toneladas métricas de Azufre líquido al año para importar. Se menciona que con el fin de estar al nivel del estándar propuesto por el Decreto 3083 de 2007, del Ministerio de Minas y Energía, (aunque no aplique directamente al muelle de Reficar, toda vez que manejará subproductos sólidos de la refinación del petróleo – Petcoque y Azufre sólido -) todo el sistema de bandas transportadoras, así como el dispositivo de carga de barcos o shiploader a instalar, serán completamente cerrados, para evitar el escape de partículas finas a la atmosfera.

Para el manejo de Petróleo se han estimado 80 buques por año de descarga de Petróleo, c/u de entre 350.000 y 595.000 barriles de capacidad, para llegar a un volumen importado de 40.000.000 barriles de Petróleo crudo al año. Este tipo de tanqueros, corresponden a buques de 85.000 DWT; no obstante, las instalaciones portuarias se diseñarán para resistir los esfuerzos de buque tanques de hasta 180.000 DWT, que corresponden a tanqueros de 1.000.000 de barriles de capacidad, como previsión de los procesos en curso por el gobierno nacional de ampliar el canal de acceso del Puerto de Cartagena, para permitir el arribo y atraque en los terminales de gran calado, de buques con estas capacidades, aspecto este que no solo mejora el tamaño de las parcelas de carga del terminal, sino necesariamente disminuye el tráfico marítimo por unidad de tiempo previsto al caso.

Con respecto al Diesel de bajo contenido de Azufre o *Ultra Low Sulphur Diesel* - ULSD, se ha considerado que se exporten anualmente unos 84 buques con capacidad de 300.000 barriles cada uno, dando una capacidad de exportación de aproximadamente 25.200.000 barriles de Ultra Low Sulphur Diesel.

Con respecto al manejo del Amoniaco, se prevé la posibilidad de construcción de instalaciones para la exportación o importación, desde los tanques de almacenamiento de ABOCOL y el muelle portuario, conforme a aquellos acuerdos que se precisen con ABOCOL en un futuro. Se estima manejar aproximadamente 151.200 toneladas al año, previéndose atender 24 buques por año entre volúmenes de 5.000 y 10.000 toneladas métricas.

Para poder cumplir con lo anterior, el Puerto de la Refinería de Cartagena S.A., será un puerto de gran calado, previendo como se anotó, que en el futuro el canal de acceso a la Bahía de Cartagena se ampliará con el fin de atender buque tanques de 180.000 DWT, por ello se ha ubicado el muelle a 1.125 m de la costa buscando una profundidad mayor a los 17 m, que asegure el calado de los buque tanques de 180.000 DWT (toneladas de peso muerto) sin realizar operaciones de dragado con ello, podrá atender todos los buques cargueros de diferentes características que de una u otra configuración llegarán al puerto con y por los diferentes graneles líquidos y sólidos a ser movilizados. El servicio que prestará el puerto será de carácter privado, para el caso de la Sociedad Refinería de Cartagena S.A y las empresas vinculadas a ella jurídica o económicamente, siendo así que el mismo será parte integral del proyecto de ampliación de la Refinería de Cartagena.

Este terminal portuario se ubicará en el área marino – costera adyacente a la zona Industrial de Mamonal en inmediaciones del lote dispuesto como área de almacenamiento de productos sólidos, en un costado del sistema de tratamiento de aguas industriales, en la refinería, jurisdicción del Distrito de Cartagena de Indias, Departamento de Bolívar y contará con las siguientes zonas:

Tabla 0-1 Zonas e instalaciones que conformarán el terminal portuario de la Refinería de Cartagena.

Zona		Instalaciones
Bienes de Uso Público	Zona Marítima Accesorias de Muelle, Atraque y Maniobra.	Estará conformada por una plataforma de atraque de 354,4 m, para dos buques desde 85.000 hasta 180.000 DWT, orientada 295° respecto al norte y provista de sistemas de atraque, de amarre y de carga.
	Zona Marítima Accesorias de Pasarela	Consiste en una pasarela o plataforma de 1.125 m de longitud, orientada con un azimut de 244°, que dispondrá hacia su lado suroeste de un muelle con capacidad para recibir buques de hasta 55.000 DWT, en su parte noreste de un muelle para atraque de barcazas, y en el sector sureste de un muelle para atraque de remolcadores. La plataforma soportará las bandas transportadoras de Petcoque y de Azufre desde las áreas de almacenamiento ubicadas en la Zona Adyacente de Servicios, así como las tuberías de productos líquidos que acceden al muelle o plataforma de carga, hacia o desde los tanques de almacenamiento de la Refinería.
	Zona de Playa y Bajamar	Con un área de 125.564,7 m ² , en esta área se dará inicio a la plataforma con las bandas transportadoras y tuberías.
Zona Adyacente de Servicios		Comprenderá el área de almacenamiento de Petcoque y Azufre, las facilidades de almacenamiento y solidificación de Azufre líquido, y el corredor de tuberías que permite transferir/recibir hidrocarburos en el muelle. La instalación para el almacenamiento temporal de Petcoque será completamente cerrada. El Azufre líquido será almacenado en un tanque para su posterior solidificación en forma de pastillas y acopio en una área semi-confinada. También están previstas las facilidades para el despacho de Azufre líquido en tracto-tanques. Estas instalaciones forman parte del proyecto de ampliación de la refinería de Cartagena autorizado mediante la Resolución 2102 de 2008. El muelle Roll on Roll off, el cual se desarrollará en la Dársena actual, y será la zona donde se reciban equipos de modernización de la Refinería de Cartagena.

Fuente: Reficar, 2009.

Como se mencionó en la tabla anterior, el Terminal portuario de la Refinería de Cartagena, contará con una pasarela de 1.125 m de longitud, orientada con un azimut de 244° y una plataforma de carga de 354,4 m de longitud, orientada con un azimut de 295°. Esta plataforma permitirá la carga de dos buques simultáneamente y estará diseñada para soportar cargas de buques de hasta 180.000 DWT.

Los buques atracarán en forma paralela a la plataforma de carga, sobre piñas de atraque o duques de alba, diseñadas y construidas para soportar estas cargas, conectadas por sendas paralelas a las piñas de amarre, en donde se asegurarán los cabos del buque a las bitas instaladas en cada una de ellas. Tanto la pasarela como la plataforma de carga, las piñas de atraque y amarre se construirán en concreto armado sobre pilotes tubulares de acero, hincados en el subsuelo

marino. Este sistema de amarre permitirá cumplir con todos los lineamientos que en esta materia establece el Oil Companies International Marine Forum (OCIMF).

Toda la instalación dispondrá de los mecanismos necesarios para garantizar la protección del medio ambiente tanto terrestre como marino, para lo cual:

- Todos los sistemas de transporte para el Coque de petróleo (tolvas y bandas transportadoras) así como el cargador de barcos o shiploader, estarán confinados dentro de estructuras completamente cerradas, donde sea necesario y pertinente.
- Todos los sistemas de transporte para el Azufre sólido (tolvas y bandas transportadoras) así como el cargador de barcos o shiploader, estarán cubiertos dentro de estructuras cerradas, donde sea necesario y pertinente.
- El agua empleada en la limpieza de bandas, tolvas y otras instalaciones será tratada en el área de la Zona Adyacente de Servicios, mediante la remoción de los sólidos en suspensión y reutilizada nuevamente en las labores de limpieza o humectación del Petcoque. Este se corresponde con un sistema cerrado sin descarga al medio ambiente.
- El sistema prevé el uso de supresores de polvo en los puntos de transferencia, a fin de reducir las partículas en suspensión dentro de las galerías y bodegas.
- Las operaciones de cargue y descargue de hidrocarburos se realizarán con brazos de carga, los cuales garantizan una operación altamente segura.
- Los brazos de cargue/descargue de hidrocarburos estarán provistos de un sistema de desconexión automático en caso de alguna anomalía al momento de la operación, (incendio, viento, etc.) así como de sistemas de monitoreo, cumpliendo con los lineamientos de la Oil Companies International Marine Forum (OCIMF).
- El Terminal dispondrá de un sistema contra incendio para responder a cualquier contingencia derivada del manejo de hidrocarburos y otros productos derivados del proceso de refinación.
- La infraestructura portuaria a instalar, contará con todos los servicios requeridos para su normal funcionamiento como agua, energía y comunicaciones, entre otros.

Como se mencionó, la Refinería maneja Azufre líquido, estas instalaciones serán trasladadas de su actual ubicación, hasta el patio de cargue de Azufre sólido, con el objeto de centralizar en una sola área la operación del producto en sus dos presentaciones. Este Azufre líquido, será para venta en carrotanques que lo movilizarán al interior del país, por ello en este estudio se presentan todas las especificaciones y conceptos técnicos de esta operación.

Así mismo, y teniendo en cuenta que la Refinería necesitará, para el movimiento de los nuevos equipos, los cuales llegarán en barcazas, adecuar la Dársena de atraque actual, en la cual se desarrollará un sistema de desembarque denominado *Roll on Roll off* o Ro-Ro, en este documento, se entregarán los trabajos de adecuaciones necesarias de la Dársena para dicho movimiento.

Por lo anteriormente descrito, se determinó que el área de influencia del proyecto, debe tener en cuenta no solo los impactos ambientales potenciales, sino también los impactos sobre la población y las empresas aledañas al proyecto, así como su influencia sobre el tráfico naviero en la Bahía de Cartagena; por eso, se ha considerado que el área de influencia directa hace referencia al área de afectación ambiental por las operaciones del puerto, siendo esta limitada al canal de acceso al Puerto de Cartagena y al área de maniobras y atraque de los buques cargueros que operarán en el Terminal portuario de la Refinería de Cartagena, y en lo referente al área de influencia indirecta, se constituye al Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales susceptibles de generarse durante la ejecución de las actividades de construcción y operación del futuro Puerto de Reficar, se siguió una metodología introducida por el Banco Mundial, en la que se caracterizan los impactos acordes con su importancia y su magnitud, las cuales son función de un conjunto de criterios o atributos definidos en el presente estudio.

El principal interés de esta metodología empleada para el caso, es que diferencia la evaluación de impactos en función de su naturaleza (perjudicial o beneficioso, pero también ambiental o socioeconómico) y toma en cuenta el estado del medio antes del Proyecto.

Si bien el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en su Guía Ambiental para Puertos Carboníferos¹ propone un método simplificado derivado del que se presentará a continuación, Araujo Ibarra & Asociados S.A., decidió conservar la ponderación y los algoritmos inicialmente propuestos, ajustando sin embargo algunos términos al lenguaje técnico establecido por la norma NTC ISO 14001:2004 y adoptando, por otro lado, un significado de las diferentes escalas de valor más apropiado a la realidad de los sectores involucrados.

De otra parte, para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, se analizaron los impactos sin proyecto y que consistió en calificar el estado actual de los recursos naturales, las comunidades asentadas y la dinámica económica en el Área de Influencia del Proyecto.

Con base en la caracterización del Área de Influencia del Proyecto, desde el punto de vista ambiental, social y económico, se calificó la calidad del medio a ser afectado de acuerdo a la metodología planteada anteriormente, teniendo en cuenta los resultados primarios de la revisión ambiental inicial, llevada a cabo por el equipo asesor durante los años de 2007 y 2008², y

¹ COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Guía ambiental para puertos carboníferos. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 2001. 238 páginas.

² Estudio de Impacto Ambiental para la modificación de la licencia ambiental de la ampliación y modernización de la Refinería de Cartagena, Reficar – 2008.

se relacionaron las operaciones, obras o actividades que desarrollará y proyectará el Puerto de la Refinería de Cartagena S.A., identificando los aspectos ambientales y los impactos sobre el medio ambiente local, que reveló que las actividades a ser realizadas durante la fase de construcción del Puerto de Reficar son compatibles con el entorno ambiental y socioeconómico, además de con el uso del suelo en la Zona Industrial de Mamonal estipulado en el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito.

La generación de empleo directo e indirecto y el incremento en la demanda de bienes y servicios son impactos favorables, aunque temporales por la naturaleza de la fase de construcción.

Los impactos negativos de mayor relevancia son típicos de las actividades de construcción: el uso de material granular, de préstamo y acero, seguido por la generación de escombros y el consumo de combustibles fósiles, el ruido durante el hincado de pilotes desde el punto de vista ambiental, y la generación de expectativas por parte de la población, por presentarse en el municipio de Cartagena un significativo nivel de desempleo o subempleo y un nivel importante de Necesidades Básicas Insatisfechas.

Así mismo, la evaluación de impactos para la fase de operación permitió identificar los mismos impactos favorables del Proyecto para el medio socioeconómico, con la generación de empleo directo e indirecto y el incremento en la demanda de bienes y servicios, pero obteniendo esta vez una menor calificación, debido su carácter permanente o de periodicidad establecida.

También se identificó el pago de tributos como otro impacto favorable para el municipio de Cartagena (impuesto de industria y comercio) y la Nación (impuesto de renta), siendo importante destacar que dicho impacto debe considerarse como aditivo frente a lo previsto en cuanto al desarrollo del proyecto de modernización y ampliación de la refinería de Cartagena se refiere.

Con toda la evaluación de los impactos del proyecto en sus etapas de construcción y operación, se generó el Plan de Manejo Ambiental, que se estableció como una fuente de ayuda para prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales por la construcción y operación del puerto y que generó una modificación de las fichas del PMA para la Refinería y que en el capítulo 7, 8 y 9 del presente estudio, integró como un solo Plan de Manejo, para ello, a continuación se resume esta integración y modificación:

Para la etapa de construcción de los proyectos de Reficar, se cuenta con 15 fichas para el manejo ambiental, las cuales desarrollan el concepto de mitigación y control de impactos, y entre ellas se encuentran:

Tabla 0-2 Fichas de Manejo Ambiental (Revisión 1) para la construcción del Terminal Portuario y de las Nuevas Plantas de la refinería de Cartagena.

FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL (REVISION 1) PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO Y DE LAS NUEVAS PLANTAS DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA					
Ficha	Título	Medio / Componente	Construcción	Operación	Interacción
FICHA CO R1 – 1	Instalación, funcionamiento y retiro de campamento temporal.	Abiótico / Suelo	X		Nueva
FICHA CO R1 – 2	Operación y mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos de construcción	Abiótico / Suelo – Aire	X	X	Modificación de la ficha CO-01
FICHA CO R1 – 3	manejo de materiales de construcción, combustibles y productos químicos	Abiótico /Suelo – Agua – Aire	X	X	Nueva
FICHA CO R1 – 4	manejo de Residuos sólidos	Abiótico / Suelo – Agua	X		Modificación de la ficha CO-06
FICHA CO R1 – 5	manejo de Residuos líquidos	Abiótico / Agua – Suelo	X		Modificación de la ficha CO-05
FICHA CO R1 – 6	Control de emisiones atmosféricas (material particulado, gases y ruido).	Abiótico / Aire	X		Nueva
FICHA CO R1 – 7	Hincado de pilotes en el mar.	Abiótico / Aire – Agua	X		Nueva
FICHA CO R1 – 8	Manejo de remoción de descapote y movimientos de tierra.	Biótico / Suelo – Agua	X		Modificación de la Ficha CO-04
FICHA CO R1 – 9	Manejo del Aprovechamiento forestal de MANGLE.	Biótico / Suelo	X		Nueva, reemplaza la ficha CO-02
FICHA CO R1 – 10	Manejo de Fauna	Biótico / Suelo	X		Modificación de la Ficha CO-03
FICHA CO R1 – 11	Inspección de soldaduras y manejo de fuentes radioactivas.	Abiótico / Suelo – Agua	X		Nueva
FICHA CO R1 – 12	Programa de señalización y acceso a la obra.	Abiótico / Suelo	X		Nueva, Junto con las fichas CO R1-02, 03 y 12 reemplaza la ficha CO-07
FICHA CO R1 – 13	Reubicación de canales y tuberías	Abiótico / Suelo	X		Nueva

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

En virtud de la revisión del PMA para el proyecto de estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia ambiental del proyecto de construcción y operación de las plantas nuevas en la refinería de Cartagena para la adición del terminal portuario, queremos señalar que las fichas de construcción referentes a la ficha CO – 8 Programa de arqueología preventiva y ficha CO – 9 Activación del plan de contingencia, continúan vigentes hasta el inicio de la operación de la Refinería de Cartagena S.A., para lo cual se les modifica el número así:

Tabla 0-3 Fichas de Manejo Ambiental (Revisión 1) para la construcción del Terminal Portuario y de las Nuevas Plantas de la refinería de Cartagena, que cambian de numeración.

FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL (REVISION 1) PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO Y DE LAS NUEVAS PLANTAS DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA QUE CAMBIAN DE NUMERACIÓN.					
Ficha anterior	Título	Medio / Componente	Construcción	Operación	Cambia a
FICHA CO – 8	Programa de arqueología preventiva	Socioeconómico	X		FICHA CO R1 – 14
FICHA CO - 9	Activación del Plan de Contingencia	Abiótico / Suelo/Agua/Aire	X		FICHA CO R1 – 15

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

Seguidamente, la etapa de operación de Reficar, considera las siguientes 17 fichas de manejo ambiental, como sigue:

Tabla 0-4 Fichas de Manejo Ambiental (Revisión 1) para la operación del Terminal Portuario y de la Nuevas Plantas de la refinería de Cartagena.

FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL (REVISIÓN 1) PARA LA OPERACIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO Y DE LA NUEVAS PLANTAS DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA					
Ficha	Título	Medio / Componente	Construcción	Operación	Interacción
FICHA OP R1 – 1	Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	Socioeconómico	X	X	Modificación Ficha OP – 1
FICHA OP R1 – 2	Información y participación comunitaria	Socioeconómico	X	X	Modificación Ficha OP – 2
FICHA OP R1 – 3	Contratación de mano de obra local	Socioeconómico	X	X	Modificación Ficha OP – 3

FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL (REVISIÓN 1) PARA LA OPERACIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO Y DE LA NUEVAS PLANTAS DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA					
Ficha	Título	Medio / Componente	Construcción	Operación	Interacción
FICHA OP R1 – 4	Apoyo a la capacidad de la gestión institucional	Socioeconómico	X	X	Modificación Ficha OP – 5
FICHA OP R1 – 5	Capacitación, educación y concientización en medio ambiente y manejo de emergencias para la comunidad aledaña al proyecto.	Socioeconómico	X	X	Modificación Ficha OP – 6
FICHA OP R1 – 6	Programa de atención de sugerencias, expectativas y reclamos (SER)	Socioeconómico	X	X	Modificación ficha OP – 4
FICHA OP R1 – 7	Programa de compensación social	Socioeconómico	X	X	Nueva
FICHA OP R1 – 8	Manejo de emisiones atmosféricas y ruido ambiental de las operaciones de los proyectos de Reficar	Abiótico / Aire		X	Modificación ficha OP – 7
FICHA OP R1 – 9	Manejo de efluentes industriales, domésticos y esorrentía.	Abiótico / Agua		X	Modificación ficha OP – 8
FICHA OP R1 – 10	Manejo de aguas de sentina y de lastre de los busques cargueros.	Abiótico / Agua		X	Nueva
FICHA OP R1 – 11	Manejo de residuos peligrosos	Abiótico / Suelo		X	Modificación ficha OP – 9
FICHA OP R1 – 12	Manejo de residuos no peligrosos	Abiótico / Suelo		X	Modificación ficha OP – 10
FICHA OP R1 – 13	Relimpia del puerto.	Biótico / Agua		X	Nueva
FICHA OP R1 – 14	Adecuación del muelle roll on roll off	Biótico / Agua – Suelo	X	X	Nueva

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

Así mismo, y teniendo en cuenta la revisión del PMA para el proyecto de estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia ambiental del proyecto de construcción y operación

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

de las plantas nuevas en la refinería de Cartagena para la adición del terminal portuario, queremos señalar que las fichas de operación referentes a la ficha OP – 11 Protección del suelo y de las aguas freáticas, ficha OP 12 Almacenamiento de sustancias peligrosas y ficha OP – 13 Activación del plan de contingencia, continúan vigentes para operación de la Refinería de Cartagena S.A., para lo cual se les modifica el número así:

Tabla 0-5 Fichas de Manejo Ambiental (Revisión 1) para la operación del Terminal Portuario y de la Nuevas Plantas de la refinería de Cartagena, que cambian de numeración.

FICHAS DE MANEJO AMBIENTAL (REVISION 1) PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO Y DE LAS NUEVAS PLANTAS DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA QUE CAMBIAN DE NUMERACIÓN.					
Ficha anterior	Título	Medio / Componente	Construcción	Operación	Cambia a
FICHA OP – 11	Protección del suelo y de las aguas freáticas	Abiótico / Suelo/Agua		X	FICHA OP R1 – 15
FICHA OP – 12	Almacenamiento de sustancias peligrosas	Abiótico / Agua/Aire/Suelo		X	FICHA OP R1 – 16
FICHA OP – 13	Activación del plan de contingencia	Abiótico / Agua/Aire/Suelo		X	FICHA OP R1 – 17

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

Y para el Programa de Seguimiento y Monitoreo se contemplaron las siguientes 11 fichas:

Tabla 0-6 Fichas de Manejo Ambiental para la Refinería de Cartagena (actividades de la refinería y el puerto).

FICHA DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA OPERACIÓN DE LA REFINERÍA					
Ficha	Título	Medio / Componente	Construcción	Operación	Interacción
FICHA MS R1 – 1	Control operativo interno de la Refinería y el Puerto	Socioeconómico / control operativo		X	Modificación ficha MS – 1
FICHA MS R1 – 2	Calidad de las aguas residuales	Abiótico / Agua	X	X	Modificación ficha MS – 2
FICHA MS R1 – 3	Calidad de las aguas y sedimentos de los cuerpos receptores	Abiótico / Agua		X	Modificación ficha MS – 3
FICHA MS R1 – 4	Calidad de las emisiones atmosféricas	Abiótico / Aire		X	Modificación ficha MS – 4
FICHA MS R1 – 5	Calidad del aire y ruido ambiental	Abiótico / Aire	X	X	Modificación ficha MS – 5
FICHA MS R1 – 6	Calidad del suelo y de las aguas freáticas	Abiótico / Agua - Suelo		X	Modificación ficha MS – 6

FICHA DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA OPERACIÓN DE LA REFINERÍA					
FICHA MS R1 – 7	Caracterización y distribución de las comunidades hidrobiológicas de la Bahía de Cartagena	Biótico / Agua		X	Modificación ficha MS – 7
FICHA MS R1 – 8	Manejo de impactos sociales del proyecto	Socioeconómico	X	X	Modificación ficha MS – 8
FICHA MS R1 – 9	Efectividad de los programas del plan de gestión social	Socioeconómico	X	X	Modificación ficha MS – 9
FICHA MS R1 – 10	Programa de atención de inquietudes, solicitudes o reclamos y manejo de conflictos sociales con la comunidad	Socioeconómico	X	X	Modificación ficha MS – 10
FICHA MS R1 – 11	Programa de Participación e información oportuna de las comunidades	Socioeconómico	X	X	Modificación ficha MS – 11

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

De otra parte, y teniendo en cuenta el impacto socioeconómico que va a representar el mismo para la ciudad de Cartagena, se estima que el proyecto en su fase de construcción y en el pico más alto de requerimiento de mano de obra directa, llegará a unos 140 trabajadores, durante los meses 8 y 12 de la construcción, y se calcula que el tiempo de construcción total del puerto no supere los 26 meses. Referente a la operación del Terminal portuario de la Refinería de Cartagena, se estima que generará unos 40 empleos directamente relacionados con las operaciones del puerto y aproximadamente 120 empleos indirectamente relacionados con las operaciones portuarias, los cuales se suman al personal de operación, mantenimiento y gestión de la refinería de Cartagena.

Así mismo, existirán aportes directos a la ciudad de Cartagena, provenientes del pago de los impuestos que generará la construcción y la operación del puerto, que se consideran y se han estimado así:

Impuestos Distritales:

Por ICA, serán los aportados por los contratistas.

Predial, se calcula un ingreso de COP\$ 3.500 millones.

Impuestos Nacionales:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

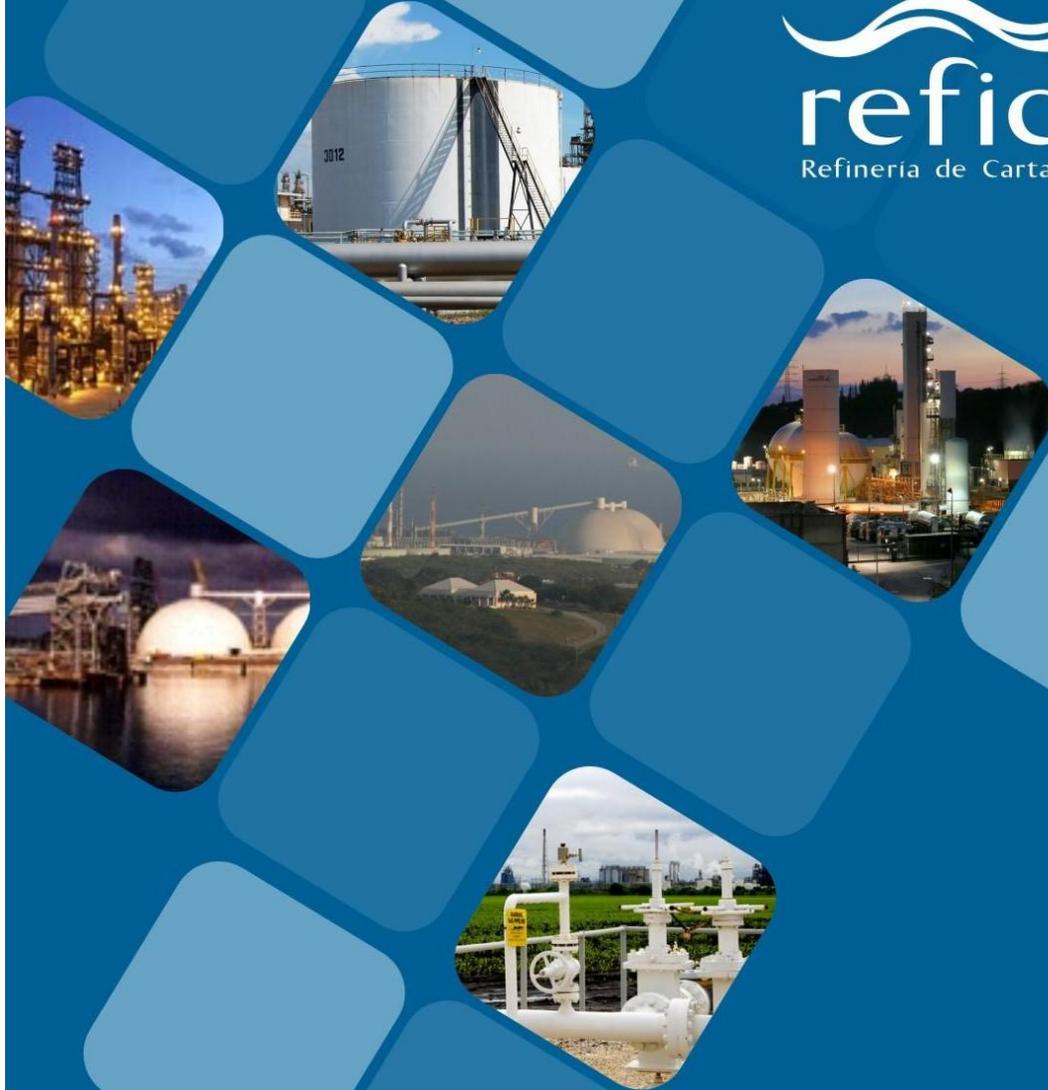
El incremento de la actividad del sector petrolero, en todas sus partes (exploración, producción, refinación, transporte, exportación, importación), eleva la competitividad del país, mejora la calidad ambiental debido a la renovación tecnológica asociada, genera ingresos y aumenta la confianza de inversión extranjera, lo cual redundará en un mejoramiento de la economía colombiana.

Adicionalmente se generan recursos para la nación:

- Por Renta (15%)
- Por Concesión Portuaria se estima en USD \$300.000 Anuales.

El costo total de proyecto está calculado en unos US \$ 112.000.000=, repartidos así:

- US \$ 51.000.000= En la infraestructura marítima.
- US \$ 20.000.000= En el sistema de manejo de productos líquidos.
- US \$ 30.000.000= En el sistema de manejo de productos sólidos.
- US \$ 11.000.000= En adecuación de la Dársena para el muelle Roll on Roll Off ó Ro-Ro.



CAPITULO 1: GENERALIDADES

Julio de 2009

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena S.A., se concibe desde la proyección del denominado Plan Maestro de Desarrollo de la Refinería de Cartagena (PMD), en, cuya directriz ha sido el incremento sustancial de la capacidad de refinación de las instalaciones, y la producción de combustibles limpios (bajos en Azufre). En ese orden de ideas, Ecopetrol solicitó el licenciamiento del proyecto ante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, siendo obtenido en el año 2000, mediante la expedición de la Resolución No 1157, para la construcción y operación de las nuevas plantas de la Refinería de Cartagena.

Así las cosas y tras la revisión del mercado nacional e internacional de los refinados y la realización de un estudio de la proyección de la producción de petróleo en el mundo, se tomó la decisión de buscar un socio estratégico, y se creó una nueva empresa llamada Refinería de Cartagena S.A. – Reficar, a quien se le cedió parcialmente la citada Licencia Ambiental mediante la resolución 349 de 2007, y se determinó solicitar una modificación a la misma, con el ánimo de aumentar la capacidad de refinación, la optimización de los procesos y la utilización de petróleo de menor grado API o petróleos pesados y ácidos. Tras lo anterior, el Ministerio de Medio Ambiente modificó la Licencia Ambiental mediante la Resolución 2102 de noviembre de 2008.

Complementariamente se observó la necesidad de contar con un Terminal Portuario propio, con el ánimo de manejar la importación de petróleo y la exportación de Coque de petróleo, Azufre sólido y el Diesel de bajo contenido de Azufre o Ultra Low Sulphur (ULSD) y posiblemente la importación y exportación de Amoníaco; para ello, se contrató a la firma internacional MECOR Group S.A., quienes han desarrollado el diseño preliminar, conceptual y están terminando el diseño detallado del puerto, para proceder a la construcción y operación del mismo una vez se obtenga la Modificación de la Licencia Ambiental previamente referida.

Teniendo en cuenta los productos a manejar en el terminal, la concepción del mismo, está fundamentada en la capacidad estimada de refinación de la planta, presentado la siguiente configuración:

- Petcoque o Coque del Petróleo (Exportación): 1.000.000 de toneladas métricas año, con una rata de carga de 2.250 ton/hora, se prevé la carga de 24 buques al año con capacidad entre 30.000 y 70.000 toneladas métricas, misma que eventualmente podrá ser incrementada en función de que se decida movilizar por este la producción de Petcoque derivado de los procesos de modernización de la refinería de Barrancabermeja.

- Azufre sólido (Exportación): 109.000 toneladas métricas al año, con una rata de carga de 650 ton/hora, se prevé la carga 12 buques al año con capacidad de carga de hasta 15.000 toneladas, la cual podrá ser incrementada en función de las ratas de producción que se derive de la refinería de Barrancabermeja.
- Azufre líquido (consumo interno en Colombia): 35.000 toneladas métricas al año, con una rata de carga de 4 ton/hora, se prevé la carga 7300 carrotanques al año, la cual podrá ser incrementada en función de las ratas de producción que se derive de la refinería de Barrancabermeja.
- Petróleo crudo (Importación): 40.000.000 barriles al año, con una rata de descarga de hasta 40.000 barriles por hora, para lo cual se estima el atraque de 80 buques al año con capacidad entre 350.000 y 595.000 barriles (Buque tanques de 85.000 toneladas de peso muerto o DWT)
- Diesel de bajo contenido de Azufre o Ultra Low Sulphur (ULSD) (Exportación): 25.200.000 barriles por año, con una rata de carga de 20.000 barriles hora, estimándose unos 84 buques al año con capacidad de 300.000 barriles. (Buques de 70.000 toneladas de peso muerto o DWT).
- Amoníaco (Exportación/Importación): 151.200 toneladas al año, con una rata promedio de 1.000 toneladas por hora, previéndose atender 24 buques por año de 5.000 a 10.000 toneladas métricas de volumen de capacidad.

No obstante lo anterior, el muelle se diseñará para resistir los esfuerzos de buque tanques de hasta 180.000 DWT, que corresponden a tanqueros de 1.000.000 de barriles de capacidad, lo que ubica al terminal portuario dentro del concepto de puerto de gran calado³, teniendo en cuenta que su profundidad deberá ser de 17,6 m para poder atender estos buque tanques de 180.000 DWT (toneladas de peso muerto) sin la necesidad de dragado del muelle. Con ello, podrá atender todas las características de los buques cargueros que de una u otra configuración llegarán al puerto con y por los diferentes productos.

El Terminal portuario de la Refinería de Cartagena, se ubicará en el área marino – costera adyacente a la Zona Industrial de Mamonal, en la Bahía de Cartagena del Distrito de Cartagena de Indias – capital del Departamento de Bolívar, siendo así que la instalación portuaria dispondrá de los mecanismos necesarios para garantizar la protección del medio ambiente así:

³ Según el Decreto 1220 de 2005 en su artículo primero, puertos marítimos de gran calado, son aquellos terminales marítimos cuya capacidad para movilizar carga es igual o superior a un millón quinientas mil (1.500.000) toneladas al año y que además cuenten con un calado igual o superior a 27 pies.

- Todos los sistemas de transporte (tolvas y bandas transportadoras) así como el cargador de barcos o *shiploader*, estarán confinados dentro de estructuras completamente cerradas, donde sea pertinente y necesario.
- El agua empleada en la limpieza de bandas, tolvas y otras instalaciones, será tratada en el área de la Zona Adyacente de Servicios, mediante la remoción de los sólidos en suspensión y reutilizada nuevamente en las labores de limpieza o humectación del Petcoque, siendo un sistema cerrado sin descarga al medio ambiente natural.
- El sistema prevé el uso de supresores de polvo en los puntos de transferencia, a fin de reducir las partículas en suspensión dentro de las galerías y bodegas.
- Las operaciones de cargue y descargue de hidrocarburos se realizarán con brazos de carga, los cuales garantizan una operación altamente segura.
- Los brazos de cargue/descargue de hidrocarburos estarán provistos de un sistema de desconexión automático en caso de alguna desconexión al momento de la operación así como de sistemas de monitoreo, cumpliendo con los lineamientos de la Oil Companies International Marine Forum (OCIMF).
- El Terminal dispondrá de un sistema contra incendio para responder a cualquier contingencia de esta naturaleza.
- De igual forma, la infraestructura portuaria contará con todos los servicios requeridos para su normal funcionamiento tales como agua, energía y comunicaciones, entre otros.

La elaboración del Estudio de Impacto Ambiental que se presenta, se llevó a cabo en función de los impactos que el desarrollo de este puerto pueda generar, y para ello fue necesario adelantar un análisis preliminar del estado de la línea base de la bahía de Cartagena, en sus componentes fisicoquímico y biológico y, muestreo este que fue adelantado por el INVEMAR entre el año 2007 y 2008, debido a que se elaboró para tres periodos climáticos, (Invierno, Verano y Transición), para el caso, en diez estaciones de monitoreo a las cuales se les hizo un análisis multivariado para identificar tendencias de comportamiento de las diferentes especies y desde luego del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos, de estas diez estaciones identificadas, se usaron siete para análisis fisicoquímicos de la Bahía y seis para el estudio de las comunidades de peces, traslapándose los dos estudios en tres estaciones (E1, E3, E7). Así mismo, se levantó en terreno la línea base de la calidad de aire y se elaboró una modelación de las posibles emisiones que se pueden presentar en la operación del puerto, así como un estudio de ruido del área y el reconocimiento arqueológico de la zona adyacente de servicios. Con esto, se garantiza que la línea base ambiental del área de desarrollo del proyecto tenga un alto grado de certidumbre.

Lo anterior, ayudó a la identificación de los aspectos ambientales y los impactos sobre el medio ambiente local, conllevando a la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, que se establece como una fuente de ayuda para maximizar los impactos positivos y a la vez prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales negativos por la construcción y operación del puerto, y

necesariamente como una adición y actualización al Plan de Manejo Ambiental de la Refinería de Cartagena.

El resumen del desarrollo de cada capítulo del presente Estudio de Impacto Ambiental que se presenta ante el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT, como requisito para obtener la modificación de la Licencia Ambiental de la Refinería de Cartagena, y que para el caso está orientado a la construcción y operación del terminal portuario de la Refinería de Cartagena S.A., queremos mencionar, que se estructuró de acuerdo a los términos de referencia PU-TER-1-02 del MAVDT que corresponden a “*ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y/O AMPLIACIÓN DE PUERTOS MARÍTIMOS DE GRAN CALADO*”, es como sigue:

Un informe ejecutivo, el cual destaca las partes más relevantes del estudio, para luego dar paso al capítulo primero que da cuenta de las generalidades del proyecto, enfocándose en los antecedentes y la legislación que le aplica al mismo, así como los objetivos que se centran en la actividad de exportación de los subproductos de la refinación del petróleo y la importación de petróleo crudo para alimentar las dietas de carga de la refinería de Cartagena.

En cuanto al capítulo segundo, se hace una descripción general sobre el proyecto, dando la ubicación del puerto en coordenadas Magna Sirgas sobre la Bahía de Cartagena en el Distrito de Cartagena de Indias y se mencionan las características técnicas de la construcción y operación del terminal portuario, para el cual y previendo una futura ampliación del canal de acceso a la Bahía de Cartagena, el puerto se construirá con especificaciones técnicas que soporten los esfuerzos de la operación de buques tanques de 180.000 DWT, que corresponden a tanqueros de hasta 1.000.000 de barriles de capacidad.

El tercer capítulo trata sobre la caracterización del área de influencia del proyecto Portuario a ser adicionado a la Licencia ambiental, especificando que el área de influencia directa, es el área marítima comprendida dentro de la Bahía de Cartagena, que incluye el canal de acceso al puerto, área de fondeo y área de atraque en el muelle, y como área de influencia indirecta, la constituye el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias que cumple una función importante como puerto de primer orden del país. Seguidamente se hace la caracterización de la línea base ambiental y socioeconómica de la zona, destacándose el análisis de las condiciones fisicoquímica, del zooplancton, bentónica y de peces de la Bahía de Cartagena, considerando para la misma tres periodos climáticos como son: verano, invierno y transición; de igual forma, se presenta el análisis de la calidad del aire de la zona de interés directo del proyecto portuario y desde luego la modelación de las posibles emisiones que se pueden presentar en la operación del puerto.

En el desarrollo del capítulo cuarto, donde se registra la información orientada a solicitar los permisos y autorizaciones por la demanda, uso, aprovechamiento o la afectación de los recursos naturales, los cuales se cuantifican en función de las operaciones que se realizarán en las etapas de construcción y operación del puerto, haciéndose la salvedad que será la Refinería de Cartagena S.A. la responsable de los servicios necesarios para el correcto desempeño de las labores que se adelantarán en el terminal portuario. se destaca el suministro de energía eléctrica; de igual forma, en materia de agua, se garantiza el suministro de agua por parte del operador del servicio Aguas de Cartagena S.A. – ESP y el gas natural conforme se determinó en el EIA de ampliación de la refinería, será suministrado por Promigas S.A.

Es de aclarar, que para la construcción del puerto, será necesario tan solo tramitar el permiso de aprovechamiento forestal, para 25,5 m³ de mangle, distribuidos en un área de 6.350 m² o 0,63 Ha, que se representan en dos sitios ubicados dentro de las instalaciones de la Refinería de Cartagena, que corresponden al área junto a la dársena, donde se establecieron por conteo del 100%, un total de 165 individuos (2 mangle rojo, 19 mangle prieto y 144 mangle bobo), y la segunda zona que corresponde al área junto a los canales de vertimientos de la refinería con un total de 151 individuos (38 mangle prieto y 113 mangle bobo), siendo importante llamar la atención sobre el hecho de que los rodales de mangle de borde localizados en el terreno de interés, fueron plantados y promovidos por ECOPETROL S.A. veinte años atrás, como consecuencia de sus programas de mejoramiento ambiental adelantados, que no de los demás permisos tradicionales, por cuanto los mismos hacen parte de los autorizados en su momento por el MAVDT para la Refinería.

Del presente proyecto, vale la pena destacar que el manejo que se le dará al transporte de productos sólidos como son coque de petróleo o Petcoque y Azufre, se realizará a través de bandas transportadoras cerradas, así como el dispositivo de carga de los barcos o *shiploader*, con el fin de estar a nivel del estándar del Decreto 3083 de agosto de 2007 expedido por el Ministerio de Minas y Energía, aunque no sea aplicable al presente proyecto portuario, teniendo en cuenta que la refinería no manejará el carbón conocido, sino un subproducto de la refinería conocido como Petcoque.

En cuanto al manejo de efluentes líquidos de carácter doméstico, se menciona que serán tratados a través del sistema de aguas de la refinería, y que el sistema de agua de limpieza será un *loop* cerrado, el cual contará con sistema de pretratamiento que retirará los sólidos; esta agua será reutilizada para las mismas actividades de limpieza y humectación del Petcoque.

Así mismo, en lo atinente al manejo de aguas de lastre y de sentina, se tendrán en cuenta las recomendaciones que en este sentido hace el protocolo de MARPOL 73/78 al cual está suscrito

Colombia, el cual establece igualmente los criterios y procedimientos establecidos para el manejo de residuos sólidos de los buques.

El capítulo quinto desarrolla la evaluación ambiental del proyecto, identificando y evaluando los impactos ambientales sin proyecto y con proyecto. En este análisis, se destaca la metodología utilizada por el Banco Mundial, en la que se caracterizan los impactos acordes con su importancia y su magnitud, las cuales son función de un conjunto de criterios o atributos definidos cuyo principal interés es: que diferencia la evaluación de impactos en función de su naturaleza (perjudicial o beneficioso, pero también ambiental o socioeconómico) y toma en cuenta el estado del medio antes del Proyecto.

En ese sentido, la evaluación arroja una importancia en el aspecto socioeconómico de la zona, teniendo en cuenta que la región tendrá un crecimiento favorable en este sentido; de otra parte, los impactos sobre el aire, el suelo y el aguade la bahía, son impactos de una valoración media – baja, precisándose que las medidas que se adoptarán en la construcción y operación del terminal portuario, mitigarán en gran medida su impacto sobre estos escenarios.

Con respecto a lo desarrollado en el capítulo seis, referente a la zonificación ambiental, se destaca que la magnitud del proyecto es pequeña, particularmente por desarrollarse dentro del alcance del proyecto de modernización y ampliación de la refinería de Cartagena, y solo se define un área de intervención con restricciones, que se circunscribe al área del mangle presente en el borde playa del lote. Toma esta configuración, en función del desarrollo del POT, que le da un uso del suelo industrial a toda la zona de interés.

El plan de manejo ambiental que se presenta en el capítulo siete, relaciona una serie de fichas de manejo, que buscan que el desarrollo de aquellas actividades más relevantes y de impacto para la zona, sigan la política de prevención, minimización y control de los mismos, integrando las política HSE - Higiene, Seguridad y Ambiente - del terminal a instalar, con aquellas fijadas por Reficar para el proyecto de ampliación de la refinería.

El octavo capítulo desarrolla el plan de seguimiento y monitoreo ambiental del proyecto, que se fundamenta en aquellos programas de seguimiento que tiene que ver con el control de los vertimientos, calidad de las emisiones atmosféricas, seguimiento a la calidad ambiental de la Bahía de Cartagena y el seguimiento a los programas sociales que se estructuran dentro de la línea base tanto del puerto como de todo el proyecto de ampliación de Reficar, entre otros aspectos. Así mismo se resalta que tanto en la etapa de construcción como de operación se registra la propuesta para el monitoreo de los niveles de ruido ambiental y de calidad del aire en el área de interés, misma que se integrará con aquella prevista para la Bahía de Cartagena.

Para el plan de contingencia que se desarrolló en el capítulo nueve, se ha tenido en cuenta la experiencia de Ecopetrol S.A., en el control y manejo de derrames sobre la Bahía de Cartagena, así como el desarrollo de la modelación de posibles eventos de derrames de todos los productos que se manejarán en el puerto. De esta forma se integra a la red APELL de contingencias en la Bahía.

Finalmente el estudio se cierra con el capítulo diez donde se esboza de manera general el plan de abandono y restauración de la zona, para lo cual y de cara al alcance del proyecto de modernización de la refinería de Cartagena, se estimó una vida útil de operación de 20 años, tiempo que se otorga para la concesión portuaria.

1.2 Objetivos

El estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia ambiental del proyecto de construcción y operación de las plantas nuevas de la Refinería de Cartagena para la adición del Terminal Portuario, tiene como objetivo general identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales y socioeconómicos del proyecto portuario, frente a su área de influencia directa e indirecta, teniendo como actividad principal la operación marina y resaltando la importancia que tiene el desarrollo del puerto tanto para las operaciones de la refinería de Cartagena, como la ciudad de Cartagena y para Colombia, y así formular el plan de manejo ambiental, cuya adopción e implementación, actualizando el ya adoptado para Reficar, permitirá prevenir, minimizar y controlar los impactos ambientales negativos en este previstos a la vez que potencializar los impactos positivos. En ese orden de ideas se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Complementariamente con lo adelantado por el EIA de Reficar, identificar y establecer la línea base ambiental del área de influencia del proyecto, que en un futuro ayude a la identificación de factores externos que modifiquen a favor o en contra el estado actual de la Bahía de Cartagena, la calidad del aire de la zona industrial de Mamonal y la actividad socioeconómica de la región.
- Instaurar como medida de cumplimiento los requerimientos de ley la colombiana, en función de las obligaciones ambientales y de responsabilidad social, proyectando igualmente los escenarios de gestión correspondientes del proyecto al cumplimiento de los requerimientos ambientales internacionales y particularmente para el caso, los establecidos por la Corporación Financiera Internacional – IFC y los Principios de Ecuador de la Banca Internacional.
- Incorporar conforme sea pertinente al caso, los requerimientos del convenio MARPOL 73/78 en cuanto al manejo de aguas sentina y de lastre de los buques que atraquen en el Terminal Portuario de Reficar.

- Concebir los principios de activación del plan de contingencia, y articularlo con el plan integral de contingencias para la Bahía de Cartagena y el plan de contingencias de la refinería de Cartagena, con el fin de garantizar el menor impacto sobre el medio afectado.

La justificación del proyecto, además de su condición de complementariedad para la refinería, se sustenta en el cubrimiento total para Colombia, de la demanda interna de los refinados del petróleo, y logrando tras los adelantos en tecnología de la refinería de Cartagena, añadir valor a los subproductos de la refinación, como es el caso del coque del petróleo, que se logra tras una mayor y eficiente refinación del crudo; el Azufre, que tras los nuevos requerimientos ambientales a nivel nacional y mundial, buscan garantizar el suministro de combustibles más limpios, lo que abre un nuevo mercado para el Azufre y desde luego para el Diesel Ultra Low Sulphur, destilado que será producido por Reficar y que busca abastecer el mercado no solo nacional sino internacional, dándole un valor agregado a la optimización de la operación de la refinería.

En lo atinente al Amoniaco, el mismo se incorpora al proyecto producto de acuerdos de movilización del mismo que por más de 3 décadas se han mantenido con Abocol, para lo cual se prevé la incorporación de dichas instalaciones al proyecto portuario. Con ello, se espera que el impacto socioeconómico sea positivo para la región de influencia del proyecto y desde luego para el país.

De esta forma se prevé que el puerto tendrá una capacidad para atender 84 tanqueros de 300.000 barriles de capacidad para transportar Diesel Ultra Low Sulphur – ULSD, 24 buques/año de Petcoque con capacidad entre 30.000 y 70.000 Ton, 12 buques/año con capacidad de hasta 15.000 Toneladas para el manejo del Azufre y 80 buques/año, con capacidad media de 500.000 barriles, para atender importaciones cercanas a los 40 millones de barriles de petróleo/año y 24 buques al año de entre 5.000 y 10.000 toneladas para manejo de Amoniaco. Lo anterior sin contar con los eventuales volúmenes de Petcoque y azufre que se deriven de las actividades de modernización de la refinería de Barrancabermeja actualmente en curso, para lo cual se menciona que la capacidad instalada en el puerto eventualmente permitirá su manejo.

Estas características específicas del terminal portuario, lo ubican como único en el Caribe Colombiano, su actividad se concentrará en el manejo de productos desde la refinería de Cartagena, siendo su operación esencialmente marítima.

1.3 Antecedentes

Como se ha mencionado, el proyecto de la construcción y operación del terminal portuario se impulsa como complemento del Plan Maestro de Desarrollo de la Refinería de Cartagena el cual es un proyecto estratégico para Colombia, para Reficar y para sus accionistas, teniendo en cuenta que el proyecto pretende ampliar la capacidad de la refinería hasta 165 mil barriles por

día, mejorar la calidad de combustibles para que cumplan con las especificaciones ambientales nacionales e internacionales y optimizar los indicadores financieros y operacionales de la segunda refinería más importante del País.

En ese sentido, el proyecto busca en primera instancia cubrir la demanda interna de combustible del país, satisfacer las regulaciones ambientales para combustibles reduciendo el contenido de Azufre en la gasolina y el diesel, cumpliendo así con las nuevas normas nacionales e internacionales establecidas en la materia. Al respecto, la ejecución del plan maestro de la refinería de Cartagena mejorará la calidad de los productos refinados reduciendo el contenido de Azufre en gasolinas de 1000 ppm actuales, hasta 300 ppm para el consumo nacional y 30 ppm para exportar y en Diesel de 4500 ppm actuales a 500 ppm para consumo nacional y 30 ppm para exportar. Adicionalmente le permitirá a la Refinería de Cartagena incrementar el rendimiento de productos blancos (Gasolinas, GLP y medios) a niveles competitivos, e incrementar la expansión volumétrica, generando volúmenes adicionales de productos refinados, lo cual se reflejará en un incremento cercano a dos (2) dólares por barril del margen actual de refinación.

Por ello y ante la necesidad de mejorar la infraestructura portuaria disponible y garantizar el manejo de los nuevos subproductos del proceso de refinación de la misma (Petcoque y azufre), se prevé la construcción y operación de un terminal portuario complementario, conformando una instalación conexas del sistema aguas abajo (downstream), para apoyar las actividades de almacenamiento y despacho de subproductos del crudo como el Petcoque y Azufre, la importación de petróleo y la exportación de Diesel Ultra Low Sulphur – ULSD y la importación y exportación de amoníaco para proveer las necesidades de la planta de Abocol, conforme acuerdos suscritos sobre las materias desde más de 30 años atrás.

La configuración del terminal portuario consideró desde sus inicios varias propuestas de diseño, las cuales determinaron la mejor opción desde el punto de vista de operación portuaria, misma que tuvo en cuenta varios criterios como son:

- La futura ampliación del canal de Bocachica anunciada por el Gobierno Nacional.
- La construcción de cuatro muelles para el manejo del recibo y despacho de los productos que se pretenden manipular en el puerto y que corresponden a:
 - Muelle 1, con capacidad de atender buque tanques petroleros de hasta 180.000 DWT.
 - Muelle 2, con capacidad de atender buque tanques petroleros de hasta 180.000 DWT y buques para carga de Petcoque de hasta 70.000 DWT.
 - Muelle 3, con capacidad para abastecer buques de carga de ULSD, amoníaco y Azufre, de 15.000 hasta 50.000 DWT.
 - Muelle 4, para embarcaciones auxiliares.

- Un área para atraque de barcazas y gabarras, que incluye “puntos de amarre” para manejar un máximo de 9 unidades atracadas con una disposición de 3X3.
- Un área libre como atracadero para barcazas de 15.000 DWT y dos remolcadores paralelamente.

De otra parte, para el desarrollo del diseño conceptual del proyecto, se hizo necesario identificar las áreas de maniobras de los seis (6) muelles presentes en áreas aledañas al mismo sobre la línea de costa de la Bahía de Cartagena y que corresponden a los muelles del Terminal Néstor Pineda de Ecopetrol, Muelle de GLP, Amoníaco y barcazas de Ecopetrol, muelle de Exxon – Mobil, muelle de Dexon, muelle de Colterminales y muelle de Dow Química.

Así las cosas y desde la perspectiva legal de la solicitud de modificación de la licencia ambiental de la refinería que se presenta, es necesario recordar el proceso que llevó a Ecopetrol a la creación de la nueva empresa Reficar, que es poseedora de la Licencia Ambiental para la construcción y operación de las nuevas plantas en la refinería, lo anterior para proceder a relacionar el marco normativo vigente que aplica para el proyecto, siendo sus antecedentes los siguientes:

- Ecopetrol remitió al MAVDT el Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo de Ambiental de la Refinería, mediante comunicado del 18 de marzo de 1998.
- El MAVDT otorgó licencia ambiental a Ecopetrol para el proyecto de construcción y operación de plantas nuevas de la refinería de Cartagena, mediante Resolución 1157 del 2000. Es de señalar que aún se encontraba vigente el Decreto 1753 de 1994.
- El 18 de enero de 2007 los representantes legales de Ecopetrol y Reficar solicitaron al MAVDT la cesión parcial a Reficar de la licencia ambiental otorgada a Ecopetrol, mediante Resolución 1157 del 2000.
- El MAVDT otorgó la cesión parcial de la licencia ambiental a favor de Reficar, mediante Resolución 349 de 2007, en el marco legal del Decreto 1220 de 2005, que reglamentó las licencias ambientales.
- El MAVDT, mediante los Autos 338 del 16 de febrero de 2007, 890 del 11 de abril de 2007 y el 1389 del 28 de abril de 2008, ha adelantado el seguimiento a la licencia ambiental otorgada. En el Auto 984 del 31 de marzo de 2008, declaró el cumplimiento de algunos de los programas del Plan de Manejo Ambiental.
- Reficar solicitó la modificación de la Licencia Ambiental para la ampliación y optimización de la operación de la Refinería, mediante un nuevo estudio de impactos ambientales radicado ante el MAVDT el 08 de agosto de 2008.
- El MAVDT, mediante el Auto 2734 del 03 de septiembre de 2008, dio inicio al trámite administrativo de la modificación de la Licencia Ambiental.
- El 29 de noviembre de 2008, el MAVDT modificó la Licencia Ambiental cedida a Reficar, mediante la expedición de la Resolución 2102 del 28 de noviembre de 2008.

Por lo anterior y en lo atinente al marco normativo del caso, este análisis se inicia con La Ley 99 de 1993 que consagra en el Título VIII los principales aspectos de la Licencia Ambiental, definiéndola en el artículo 50 en los siguientes términos:

Se entiende por Licencia Ambiental la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada.

Posteriormente el Decreto 1220 de 2005 amplió la definición de la ley y estableció que los permisos de aprovechamiento de los recursos naturales deberán ser incluidos dentro de la licencia ambiental.

Artículo 3º. Concepto y alcance de la licencia ambiental. La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.

La licencia ambiental deberá obtenerse previamente a la iniciación del proyecto, obra o actividad. Ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una licencia ambiental.

Una característica importante de las normas vigentes es que sólo se podrá exigir una licencia ambiental por cada proyecto o actividad. Además de eso, cabe mencionar que el término de la licencia ambiental corresponde a la duración del proyecto, obra o actividad.

El Decreto 1220 de 2005 consagra en su artículo octavo la competencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para expedir la licencia en el caso que nos convoca

Artículo 8º. Competencia del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, otorgará o negará de manera privativa la licencia ambiental para los siguientes proyectos, obras o actividades:

(...)

1. En el sector hidrocarburos:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

f) La construcción y operación de refinerías y los desarrollos petroquímicos que formen parte de un complejo de refinación

6. *En el sector marítimo y portuario:*

a) *La construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado;*

USO DE SUELO

La Ley 768 de 2002 consagró las normas que integran el Estatuto Político, Administrativo y Fiscal de los Distritos Especiales de Barranquilla, Cartagena de Indias y Santa Marta; con el objeto es dotar a estos de las facultades, instrumentos y recursos que les permitan cumplir las funciones y prestar los servicios a su cargo; promover el desarrollo integral de su territorio para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, a partir del aprovechamiento de sus recursos y ventajas derivadas de las características, condiciones y circunstancias especiales que presentan éstos, considerados en particular. Sin embargo es importante resaltar que el Plan de Ordenamiento Territorial - POT de la ciudad de Cartagena fue adoptado previo esta norma mediante el Decreto 977 de 2001.

El POT de la ciudad de Cartagena agotó todas y cada una de las instancias contempladas en la Ley 388 de 1997 y demás disposiciones vigentes, pudiendo afirmar que éstas se hicieron conforme a las normas vigentes y que el contenido técnico se ajusta igualmente a las disposiciones constitucionales y legales, de lo cual da fe la Secretaría de Planeación Distrital, División de Desarrollo Urbano y el equipo técnico y jurídico que participó en el proceso para su adopción, según consta en la certificación que emitió dicha entidad el 16 de noviembre de 2001.

Para la expedición del Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena, la Administración Distrital cumplió los siguientes requisitos de trámite de conformidad con los artículos 24, 25 y 26 de la ley 388 de 1997 y el artículo 29 del Decreto 879 de 1998:

- Concertación con la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique-CARDIQUE, entidad que declaró conforme con el proyecto presentado para su concertación y así lo manifestó mediante Resolución 0314 de 23 de mayo de 2001, “Por medio de la cual se declara concluido el proceso de concertación del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena y se dictan otras disposiciones”.
- Consulta ante el Consejo Territorial de Planeación, organismo que rindió concepto y formuló recomendaciones el 26 de julio de 2001, recomendaciones que a pesar de no ser de obligatorio cumplimiento, fueron acogidas en la medida en que no riñeran con los lineamientos técnicos generales del proyecto.
- Consulta y participación de los gremios económicos, agremiaciones profesionales, entidades cívicas, comunitarias y Juntas Administradoras Locales, donde se surtió la publicidad del proyecto y consulta democrática desde el inicio del proceso de formulación del Plan de Ordenamiento Territorial en el año 1998 a través de los medios de

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

comunicación, realizándose mesas de trabajo de concertación para recibir observaciones, inquietudes y comentarios, todos los cuales fueron estudiados y valorados por la Secretaría de Planeación y el equipo técnico que coordinaba el proceso.

- Posteriormente, se garantizó nuevamente la publicidad mediante remisión de los documentos y la cartografía del proyecto a la Cámara de Comercio de Cartagena desde el 1 de marzo de 2001 para que permanecieran expuestos para consulta de todos los interesados.
- Presentación al Honorable Concejo Distrital de Cartagena, para el estudio del proyecto y la expedición del Acuerdo mediante el cual se adoptaba el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Cartagena, el 3 de septiembre de 2001.

El POT del Distrito de Cartagena consagra entre los usos de suelo el industrial en los siguientes términos:

ARTICULO 259: CLASIFICACION DEL USO INDUSTRIAL. De acuerdo al grado de homogeneidad, a sus características físicas y a su impacto ambiental, social y urbanístico, el uso industrial se clasifica en los siguientes grupos:

- *Industria 1: Es aquella que por su bajo impacto ambiental y urbanístico se puede ubicar en espacios habilitados para tal efecto dentro de edificaciones comerciales o viviendas unifamiliares.*
- *Industria 2: Es aquella que por su alto impacto ambiental y su mediano impacto urbanístico, es complementaria del uso comercial, no es compatible con el uso residencial y puede ubicarse en locales o bodegas independientes, en áreas con uso principal comercial.*
- *Industria 3: Es aquella que por su alto impacto ambiental y urbanístico debe localizarse distante de los sectores residenciales y comerciales.*

(...)

PARAGRAFO 2: El uso industrial 3 solo se podrá desarrollar en áreas especializadas para tal fin, localizadas en la Zona Industrial de Mamonal.

Esta referencia es importante teniendo en cuenta que el puerto marítimo que motiva este estudio de modificación de la licencia ambiental de la Refinería de Cartagena, sirve a la misma, cuya actividad industrial solo puede realizarse en la Zona Industrial de Mamonal, dentro de la cual también se encuentra obviamente el desarrollo del puerto.

En materia portuaria el POT de Cartagena consagra las áreas para dicha actividad en el Cuadro No. 6 y en el Plano No. 5/5, en el cual se establece que el predio indicado para el desarrollo indicado tiene como actividad principal Portuario 3, y así lo reconoció la Secretaría de Planeación del Distrito de Cartagena mediante oficio DCU 5.5-0216-08 del 8 de abril de 2008.

Artículo 264: clasificación del uso portuario. El uso portuario se clasifica de acuerdo a la clase del servicio portuario que prestan las instalaciones, edificaciones, terminales y muelles en dos grupos:

Públicos: cuando el servicio del muelle se ofrece sin restricción a cualquier usuario

Privados: los que solamente podrán ser utilizados por el titular de la concesión para las mercancías del rol de su actividad comercial o industrial

Artículo 265: clasificación de los establecimientos portuarios. De acuerdo al tamaño de las embarcaciones que atienden y a la carga que movilizan, las instalaciones o establecimientos destinados a la actividad portuaria, se clasifican de conformidad con lo previsto en el Cuadro No. 6, titulado “Reglamentación de la Actividad Portuaria”.

Artículo 266: localización y tratamiento. Las áreas de actividad portuaria son aquellas señaladas en el Plano No. 5/5 denominado Usos del Suelo.

Parágrafo: normas de intensidad de uso para las actividades portuarias. Las normas de intensidad de uso, índices de construcción, aislamientos y alturas, serán aquellas establecidas por la Dirección Marítima y Portuaria DIMAR, o la entidad que haga sus veces, para cada caso.

Artículo 267: normas de usos para áreas de actividad portuaria 1, 2, 3 y 4. Son las contempladas en el Cuadro No. 6, titulado “Reglamentación de la Actividad Portuaria”.

PARTICIPACION CIUDADANA

La Constitución Política de Colombia de 1991 promueve ampliamente los procesos participativos, un claro ejemplo de ello es el proceso de licenciamiento ambiental, en el que se ponen de manifiesto diferentes formas de la participación ciudadana.

Participación administrativa

Este tipo de participación es la que realiza cualquier persona ante una autoridad ambiental. Encontramos las siguientes herramientas de participación:

- **Derecho de Petición.** Consagrado en la Constitución de 1991 en el artículo 23 y reglamentado en el Código Contenciosos Administrativo. Puede ejercerse ante cualquier entidad pública o privada que desempeñe funciones públicas.
- **Derecho de intervención.** La Ley 99 de 1993, artículos 69 y 70, señala que cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, sin necesidad de demostrar interés jurídico alguno, podrá intervenir en las actuaciones administrativas iniciadas para la expedición, modificación o cancelación de permisos o licencias de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente o para la imposición o revocación de sanciones por el incumplimiento de las normas y regulaciones ambientales.
- **Audiencia Pública Ambiental.** Reglamentada por el Decreto 330 de 2007, tiene por objeto dar a conocer a las organizaciones sociales, comunidad en general, entidades públicas y privadas la solicitud de licencias, permisos o concesiones ambientales, o la existencia de un

proyecto, obra o actividad, los impactos que este pueda generar o genere y las medidas de manejo propuestas o implementadas para prevenir, mitigar, corregir y/o compensar dichos impactos; así como recibir opiniones, informaciones y documentos que aporte la comunidad y demás entidades públicas o privadas.

- Consulta de minorías étnicas. La consulta a comunidades indígenas y negras hace parte del proceso de licenciamiento ambiental en aquellos casos en los que el área de influencia directa se encuentra en territorios colectivos o resguardos indígenas. En el presente caso no procede toda vez que el área en que se desarrolla el proyecto es parte de la Zona Industrial de Mamonal consagrada en el POT del Distrito de Cartagena, el cuál como se explicó anteriormente surtió el proceso participativo correspondiente.

Participación judicial

Este tipo de participación se ejerce mediante acciones judiciales ante el juez o magistrado competente.

- Acción Popular. Es el mecanismo judicial idóneo para ejercer la protección de los derechos e intereses colectivos, entre los cuales se encuentra el derecho al ambiente sano. Las acciones populares se ejercen para evitar el daño contingente, hacer cesar el peligro, la amenaza, la vulneración o agravio sobre los derechos e intereses colectivos, o restituir las cosas a su estado anterior cuando fuere posible.
- Acción de Tutela. El Decreto 2591 de 1991 consagra que toda persona tendrá acción de tutela para reclamar ante los jueces, en todo momento y lugar, mediante un procedimiento preferente y sumario, por sí misma o por quien actúe a su nombre, la protección inmediata de sus derechos constitucionales fundamentales, cuando quiera que éstos resulten vulnerados o amenazados por la acción o la omisión de cualquier autoridad pública o de los particulares en los casos que señala este Decreto. Si bien el derecho al ambiente sano no se encuentra listado entre los derechos fundamentales en la Constitución de 1991, en repetidas ocasiones se ha obtenido su protección mediante el uso de este mecanismo.
- Acción de Cumplimiento. La Ley 393 de 1997 establece que toda persona podrá acudir ante la autoridad judicial definida en esta Ley para hacer efectivo el cumplimiento de normas aplicables con fuerza material de Ley o Actos Administrativos. Procede contra acciones u omisiones de particulares que impliquen el incumplimiento de una norma con fuerza material de Ley o Acto administrativo, cuando el particular actúe o deba actuar en ejercicio de funciones públicas, pero sólo para el cumplimiento de las mismas.
- Acción de Nulidad. El Código Contencioso Administrativo consagra que toda persona podrá solicitar por sí, o por medio de su representante, que se declare la nulidad de cualquier acto administrativo. Procederá no sólo cuando los actos administrativos infrinjan las normas en que deberían fundarse, sino también cuando hayan sido expedidos por funcionarios u organismos incompetentes, o en forma irregular, o con desconocimiento

del derecho de audiencias y defensa, o mediante falsa motivación, o con desviación de las atribuciones propias del funcionario o corporación que los profirió. La finalidad de la acción de nulidad del acto administrativo demandado es la tutela del orden jurídico, a fin de aquel quede sin efecto por contrariar las normas superiores del derecho. Esta acción se encuentra consagrada en interés general para que prevalezca la defensa de la legalidad abstracta sobre los actos de la administración de inferior categoría, y por ello puede ser ejercida en todo el tiempo por cualquier persona. Dentro de las características más sobresalientes de esta acción, se encuentran, entre otras, que es pública, no tiene término de caducidad, se ejerce en defensa e interés de la legalidad, la sentencia produce efectos retroactivos, y procede contra actos de contenido general y abstracto.

REGLAMENTACIÓN PORTUARIA

Estatuto de Puertos Marítimos

Este estatuto fue promulgado mediante la Ley 1 de 1991 adoptando los siguientes principios generales:

- La dirección general de la actividad portuaria, pública y privada estará a cargo de las autoridades de la República, que intervendrán en ella para planificarla y racionalizarla.
- La creación, el mantenimiento y el funcionamiento continuo y eficiente de los puertos son de interés público.
- Tanto las entidades públicas, como las empresas privadas, pueden constituir sociedades portuarias para construir, mantener y operar puertos, terminales portuarios o muelles y para prestar todos los servicios portuarios.
- En ningún caso se obligará a las sociedades portuarias a adoptar tarifas que no cubran sus costos y gastos típicos de la operación portuaria, incluyendo la depreciación, y que no remuneren en forma adecuada el patrimonio de sus accionistas. Pero no se permitirá que esas sociedades se apropien las utilidades provenientes de prácticas restrictivas de la competencia.
- Las sociedades portuarias, oficiales, particulares y mixtas y los operadores portuarios que desarrollen actividades en los puertos de servicio público, deben adelantarlas de acuerdo con reglas de aplicación general, que eviten privilegios y discriminaciones entre los usuarios de sus servicios; y abstenerse de toda práctica que tenga la capacidad, el propósito o el efecto de generar la competencia desleal o crear prácticas restrictivas de la misma. Serán responsables civilmente por los perjuicios que ocasionen al apartarse de tales reglas o al incurrir en estas prácticas.

Decreto 1002 de 1993

Este decreto reglamenta el proceso sancionatorio para las personas que ejercen transitoria o permanentemente actividades de operación portuaria, a las sociedades portuarias, a las sociedades portuarias regionales, a las asociaciones portuarias, usuarios de puertos y a los titulares de licencias, autorizaciones o concesiones otorgadas antes de la vigencia de la Ley 01 de 1991, para ocupar y usar las playas y zonas de bajamar, con construcciones de cualquier clase destinadas a facilitar el cargue o descargue, mediato o inmediato, de naves, intercambio de mercancías entre tráfico terrestre, marítimo y/o fluvial o para construir y operar embarcaderos; cuando se incumpla con el Estatuto de Puertos Marítimos.

La norma es clara en señalar que la responsabilidad emanada de la acción sancionatoria iniciada contra un infractor del Estatuto de Puertos Marítimos, es independiente de la responsabilidad civil o penal que el acto o hecho pueda originar.

POT del Distrito de Cartagena

La norma señala expresamente la competencia específica de la DIMAR para determinados asuntos:

Artículo 266: (...)

Parágrafo: Normas de intensidad de uso para las actividades portuarias. Las normas de intensidad de uso, índices de construcción, aislamientos y alturas, serán aquellas establecidas por la Dirección Marítima y Portuaria DIMAR, o la entidad que haga sus veces, para cada caso.

AUTORIDADES PORTUARIAS

Dirección General Marítima y Portuaria – DIMAR

Mediante el Decreto 2324 de 1984 se reorganizó la DIMAR. Esta es una entidad del Ministerio de Defensa, agregada al Comando de la Armada Nacional. Ejerce su jurisdicción hasta el límite exterior de la zona económica exclusiva, en las siguientes áreas: aguas interiores marítimas, incluyendo canales intercostales y de tráfico marítimo; y todos aquellos sistemas marinos y fluviomarinos; mar territorial, zona contigua, zona económica exclusiva, lecho y subsuelo marinos, aguas suprayacentes, litorales, incluyendo playas y terrenos de bajamar, puertos del país situados en su jurisdicción; islas, islotes y cayos.

La DIMAR es la autoridad marítima nacional que ejecuta la política nacional en materia marítima y tiene por objeto la regulación, dirección, coordinación y control de las actividades marítimas. Entre sus funciones se encuentran las siguientes:

- Asesorar al Gobierno en la adopción de políticas y programas relacionados con las actividades marítimas y ejecutarlas dentro de los límites de su jurisdicción.
- Dirigir, regular, controlar y promover el desarrollo de la Marina Mercante, la investigación científica marina y el aprovechamiento de los recursos del mar.
- Coordinar con la Armada Nacional el control del tráfico marítimo.
- Regular, dirigir y controlar las actividades relacionadas con la seguridad de la navegación en general, la seguridad de la vida humana en el mar, la búsqueda y salvamento marítimos y fijar la dotación de personal para las naves.
- Autorizar la operación de las naves y artefactos navales en aguas colombianas
- Regular, autorizar y controlar la adquisición, construcción, reparación, alteración, mantenimiento, utilización, desguace y venta de naves y artefactos navales.
- Regular, autorizar y controlar las actividades relacionadas con el arribo, atraque, maniobra, fondeo, remolque y zarpe de las naves y artefactos navales; practicar la visita de recepción a puerto colombiano a las naves y artefactos navales a través de las Capitanías de Puerto.
- Regular, efectuar y controlar la inscripción, registro, inspección, clasificación, matrícula y patente de las naves y artefactos navales.
- Autorizar, inscribir y controlar el ejercicio profesional de las personas naturales y jurídicas dedicadas a las actividades marítimas en especial las de practicaje, remolque, agenciamiento marítimo, corretaje de naves y de carga, portuarias, estiba, dragado, clasificación, reconocimiento, bucería, salvamento y comunicaciones marítimas y expedir las licencias que correspondan.
- Regular, dirigir y controlar las actividades del transporte marítimo internacional de cabotaje, público o privado; asignar, modificar o cancelar rutas y servicios y establecer las condiciones para la prestación de los mismos.
- Aplicar, coordinar, fiscalizar y hacer cumplir las normas nacionales e internacionales tendientes a la preservación y protección del medio marino.
- Regular, autorizar y controlar la construcción de puertos y muelles públicos y la operación de los mismos de conformidad con las normas vigentes.

Superintendencia de Puertos y Transporte

Entidad reglamentada mediante el Decreto 1016 de 2000 es un organismo de carácter administrativo y técnico, adscrito al Ministerio de Transporte, que goza de autonomía administrativa y financiera encargada de cumplir las funciones previstas en la Ley 01 de 1991 y las delegadas en el Decreto 101 del 2 de febrero de 2000.

Corresponde a la Superintendencia de Puertos y Transporte, ejercer las funciones de inspección, control y vigilancia que le corresponden al Presidente de la República como Suprema Autoridad Administrativa, en materia de puertos de conformidad con la Ley 01 de 1991 y en materia de

tránsito, transporte y su infraestructura de conformidad con la delegación prevista en el Decreto 101 del 2 de febrero de 2000.

Entre las funciones de la Superintendencia se encuentran:

- Velar por el desarrollo de los principios de libre acceso, calidad y seguridad en la prestación del servicio de transporte.
- Aplicar las sanciones correspondientes por violación de las normas internacionales, leyes, decretos, regulaciones, reglamentos y actos administrativos que regulen los modos de transporte, en los casos en que tal función no esté atribuida a otra autoridad.
- Evaluar la gestión financiera, técnica y administrativa y la calidad del servicio de las empresas de servicio de transporte y de construcción, rehabilitación, administración, operación, explotación y/o mantenimiento de infraestructura de transporte, de acuerdo con los indicadores definidos por la Comisión de Regulación de Transporte.
- Proporcionar en forma oportuna toda la información disponible a quienes deseen hacer evaluaciones independientes.
- Inspeccionar y vigilar la administración de los puertos fluviales a cargo de la Nación, en coordinación con la entidad territorial respectiva.
- Expedir la autorización, registro o licencia de funcionamiento de los Operadores Portuarios y demás intermediarios de la actividad portuaria de conformidad con la ley y la regulación sobre la materia, sin perjuicio de las atribuciones que sobre actividades conexas y auxiliares al modo de transporte marítimo que generen servicio portuario deban ser licenciadas y autorizadas previamente por la Autoridad Marítima Nacional.
- Solicitar documentos e información general, incluyendo los libros de comercio, así como practicar las visitas, inspecciones y pruebas que sean necesarias para el cumplimiento de sus funciones.
- Asumir directamente, o por medio de personas especialmente designadas o contratadas para ello y en forma temporal, la prestación de los servicios propios de una Sociedad Portuaria, cuando ésta no pueda o no quiera prestarlos por razones legales o de otro orden y la prestación continua de tales servicios sea necesaria para preservar el orden público o el orden económico, o para preservar el normal desarrollo del Comercio Exterior Colombiano, o para evitar perjuicios indebidos a terceros, en los casos en que tal función no esté atribuida a otra autoridad.
- Dar concepto, a petición de parte interesada, sobre el cumplimiento de las normas que regulan la prestación del servicio de transporte y la construcción, rehabilitación, administración, operación, explotación y/o mantenimiento de infraestructura de transporte.

Instituto Nacional de Concesiones - INCO

El INCO es una entidad del Ministerio de Transporte que tiene como objeto contribuir con el desarrollo de la competitividad del país a través de proyectos de concesión que garanticen la conectividad, intermodalidad y optimización de los costos de transporte; al igual que lograr la sostenibilidad y consolidación financiera de las concesiones.

Entre sus funciones se encuentran:

- Planear la ejecución de los proyectos con participación de capital privado en infraestructura a cargo de la Nación que hayan sido previamente identificados por el Ministerio de Transporte.
- Estudiar la viabilidad y proponer esquemas de participación del capital privado de acuerdo con las políticas fijadas por el Ministerio de Transporte.
- Estructurar en forma integral distintas modalidades de participación del capital privado en la infraestructura de transporte.
- Unificar los procedimientos de evaluación, preparación de estudios, pliegos, negociación y en general la estructuración de concesiones.
- Elaborar los estudios requeridos para definir los peajes, tasas, tarifas, contribución de valorización en los proyectos a su cargo y otras modalidades de financiación a cobrar por el uso o para la construcción, mantenimiento o rehabilitación de la infraestructura del sector transporte.
- Elaborar los estudios y adelantar las acciones necesarias para recopilar la información de carácter predial, ambiental y social requerida para una efectiva gestión de los proyectos a su cargo.
- Identificar y proponer, como resultado del análisis de viabilidad técnica, financiera y legal, las modificaciones requeridas a los proyectos de participación de capital privado identificados por el Ministerio de Transporte, con la finalidad de asegurar condiciones apropiadas para el desarrollo de los mismos.
- Coordinar la obtención de licencias y permisos, la negociación y la adquisición de predios y la realización de las gestiones requeridas para el desarrollo del respectivo proyecto.
- Adelantar los procesos de expropiación administrativa o instaurar las acciones judiciales para la expropiación, cuando no sea posible la enajenación voluntaria de los inmuebles requeridos para la ejecución de los proyectos a su cargo.
- Estructurar los contratos relacionados con los proyectos a su cargo y realizar todos los actos necesarios para llevar a cabo los procesos de contratación.
- Coordinar con el Instituto Nacional de Vías - INVIAS la entrega mediante acto administrativo de la infraestructura de transporte, en desarrollo de contratos de concesión.

- Supervisar, evaluar y controlar el cumplimiento de la normatividad técnica en los proyectos a su cargo.

1.4 Alcances

Si bien el mayor objetivo del presente estudio es la modificación de la Licencia Ambiental del proyecto de construcción y operación de nuevas plantas en la refinería de Cartagena., mediante la adición del proyecto complementario de construcción y operación del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena S.A., dentro de sus alcances está el proporcionar medidas de prevención, control y mitigación de los posibles impactos negativos que se pueden dar por las actividades descritas. Por ello, dentro de los impactos evaluados, se observa que la influencia sobre la comunidad es positiva, teniendo en cuenta que generará empleo en su medida, para la construcción (un pico 140 empleos) y un promedio de 40 empleos directos por la operación del puerto, representados por el área administrativa y operativa del mismo y aquellos servicios de apoyo para la correcta operación como son el manejo de los remolcadores, mantenimiento de buques y de las áreas de correspondientes al puerto. Todos estos empleos mencionados serían adicionados a aquellos relativos al alcance del proyecto de ampliación y modernización de la Refinería.

Así mismo, dada la importancia de la operación de terminal portuario para la refinería de Cartagena ampliada y modernizada, y teniendo en cuenta los requerimientos legales y técnicos para sus maniobras, se ha decidido minimizar las emisiones atmosféricas asociadas a dicha operación, por lo que se ha determinado que todas las bandas transportadoras, las estaciones de transferencia y los dispositivos de carga de sólidos a los barcos sean completamente cerrados y/o encapsulados según corresponda.

Del mismo modo, y teniendo en cuenta que la operación del puerto, trae consigo impactos asociados, como son el incremento del tráfico marítimo, el eventual manejo de aguas de sentina y necesario control de la calidad de las aguas de lastre (al reconocer que sólo se aceptarán buques de segunda generación con lastre segregado), se ha establecido como un control de ellos, la implementación de los conceptos inscritos en el protocolo de MARPOL 73 / 78.

Y frente al manejo de los recursos naturales y su afectación, el proyecto propenderá por la menor afectación a recursos subsidiarios como el mangle, al cual se le hará un aprovechamiento de 25,5 m³, distribuidos en un área de 6.350 m² o 0,63 Ha, que se representan en dos sitios ubicados dentro de las instalaciones de la Refinería de Cartagena, que corresponden al área junto a la dársena, donde se establecieron por conteo del 100%, un total de 165 individuos (2 mangle rojo, 19 mangle prieto y 144 mangle bobo)., y la segunda zona que corresponde al área junto a los canales de vertimientos de la refinería con un total de 151 individuos (38 mangle prieto y 113 mangle bobo) y el manejo de otros recursos como el agua, esta será suministrada por la Refinería

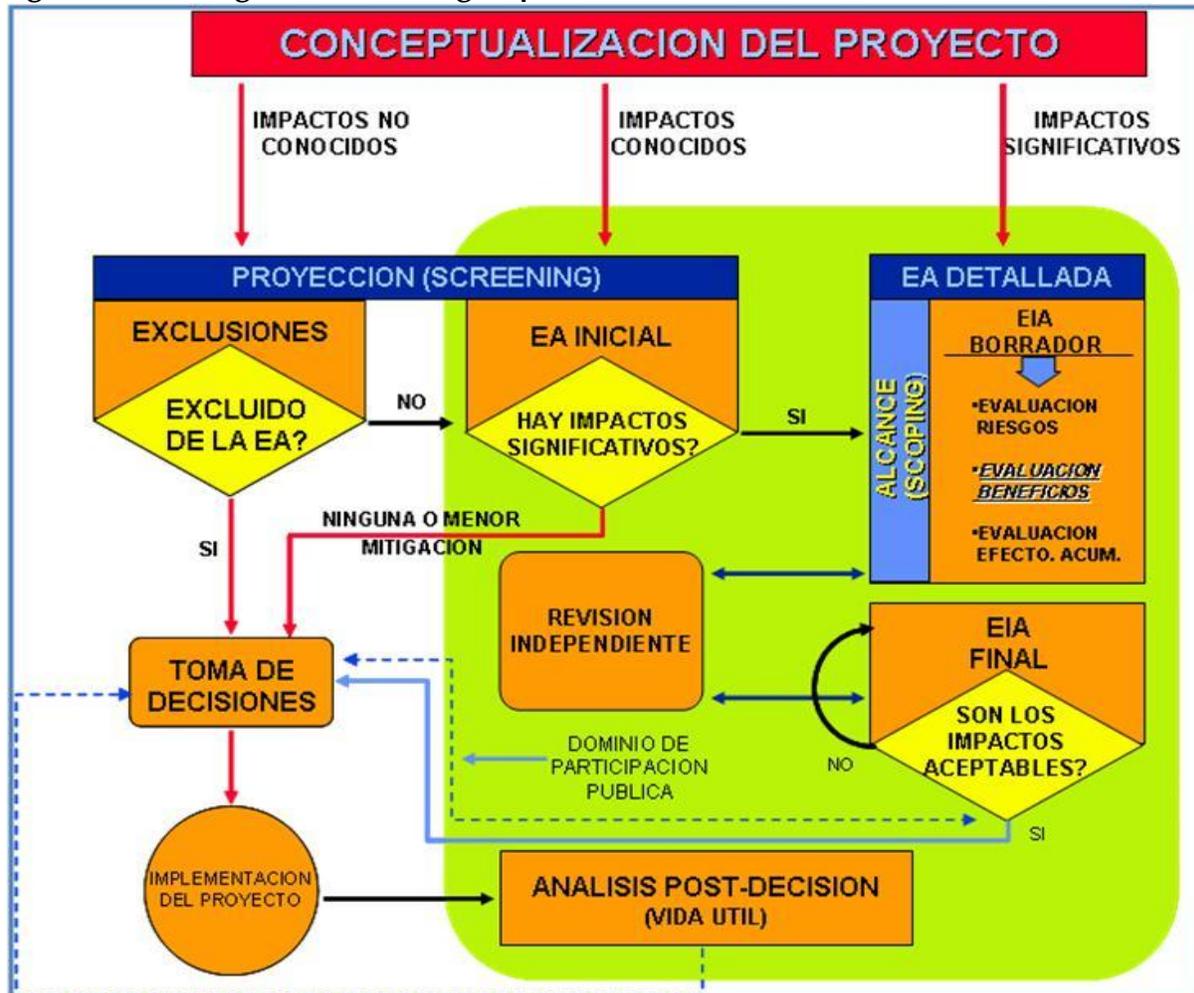
de Cartagena, siendo importante llamar la atención sobre el hecho de que los rodales de mangle de borde localizados en el terreno de interés, fueron plantados y promovidos por ECOPELROL S.A. veinte años atrás, como consecuencia de sus programas de mejoramiento ambiental adelantados.

1.5 Metodología

La metodología desarrollada por el equipo de trabajo para los fines de la elaboración la evaluación ambiental del proyecto, se definió con base en las consideraciones que efectúa la autoridad ambiental competente así como del cumplimiento de los requisitos que aplican las entidades financieras internacionales ante las que se acudirá para eventualmente adquirir la financiación correspondiente para la ejecución del proyecto.

La metodología aplicada en el desarrollo del estudio que se presenta, se resume en la siguiente figura, que ilustra el proceso de conceptualización del EIA y diseño del PMA del Terminal Portuario de la Refinería complementario del proyecto de ampliación y modernización de la misma.

Figura 1-1 Diagrama metodológico para la elaboración del EIA



Fuente: Viña-Vizcaíno, Gerardo.2005. *Bases conceptuales de auditoría ambiental, como un instrumento de prevención de la contaminación. Manual Introductorio.* Universidad de la Sabana, Escuela de Postgrados, Especialización en Ingeniería Ambiental, 68p.

En función del esquema anterior, y con base en la información colectada por INVEMAR durante 2007 y 2008 en la Bahía de Cartagena, así como en función de los estudios complementarios desarrollados por Reficar, se integraron y complementaron los análisis correspondientes de la línea base del área de influencia del proyecto, para lo cual cabe mencionar que los estudios elaborados, se enfocaron en el desarrollo de análisis científico de los medios a ser potencialmente afectados por una diferentes fuentes de generación tanto externa como internas del proyecto.

En relación con las campañas de muestreo desarrolladas bajo contrato con el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras *José Benito Vives de Andrés* – INVEMAR - sobre la calidad de aguas marinas y sedimentos, teniendo en cuenta que los parámetros pH, temperatura, Oxígeno disuelto, conductividad y transparencia se midieron in situ en la columna de agua (superficie, media y fondo), las muestras de agua para analizar los demás parámetros fisicoquímicos, se recolectaron con botellas Nansen y Niskin en superficie, media agua y fondo y se integraron para tener una muestra compuesta y los sedimentos superficiales se recolectaron con draga van Veen. Las muestras se transportaron al laboratorio y se analizaron siguiendo los estándares internacionales para el monitoreo de aguas y sedimentos.

En razón a que algunas variables fueron determinadas en tres profundidades diferentes mientras que otras corresponden a muestras compuestas de la columna de agua por estación, se disoció el conjunto de información fisicoquímica en dos matrices. La primera de ellas incluyó las variables de temperatura, conductividad, salinidad, pH, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación del oxígeno. En términos generales, se utilizaron 10 estaciones de monitoreo, de las cuales se usaron 7 para el análisis de los parámetros fisicoquímicos de la Bahía de Cartagena y 7 para el análisis de los peces.

El análisis se adelantó por matrices y puede decirse que la primera matriz representa las condiciones base de los fisicoquímicos y cuenta con registros en tres profundidades diferentes: superficial, media agua y fondo.

Esta primera matriz quedó entonces conformada por las 7 estaciones de interés en el área estudio, en 3 profundidades y 3 períodos, para un total de 63 estaciones-época-profundidad. Sobre ella se aplicaron pruebas no paramétricas de comparación de medianas (Kruskal-Wallis) y de comparaciones múltiples (Steel-Dwass).

La segunda matriz relativa a las muestras compuestas, cuenta con 7 estaciones en 3 períodos para un total de 21 estaciones-período. Esta matriz conjuga un copioso número de variables que incluye: profundidad, transparencia, color, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, sólidos totales, turbiedad, demanda bioquímica de oxígeno (5), demanda química de oxígeno, nitritos, nitratos, amonio, amoníaco (calculado), grasas y aceites, hidrocarburos disueltos y dispersos, mezcla compleja no resuelta (UCM), alcanos, cianuro total y cianatos.

Sobre una y otra matriz de fisicoquímicos se realizó un análisis de correlación lineal y se identificaron mediante pruebas de hipótesis para cada uno de ellos (prueba *t*), los coeficientes significativos a un 95% de confianza, los cuales se graficaron para una mejor comprensión de las interacciones. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de componentes principales partiendo de coeficientes de correlación, para evaluar la similitud entre estaciones respecto a sus condiciones abióticas. Estos resultados se diagramaron espacialmente para reconocer el

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

comportamiento de las masas de agua en las zonas de interés para el proyecto, dentro de la bahía de Cartagena.

El análisis referido también se efectuó sobre los sedimentos, e incluyó a las variables limos y arcillas (%), arenas (%), gravas (%), materia orgánica (%), Carbono total, Carbono inorgánico, Nitrógeno total Kjeldahl, Cadmio, Níquel y Mercurio. Cabe notar que esta última variable no fue detectada durante el análisis correspondiente de laboratorio de cada una de las estaciones, razón por la cual no se incluyó en la evaluación correspondiente.

El muestreo de las comunidades de zooplancton se adelantó con una red cónica simple de 250 μm y un flujómetro, para lo cual se realizaron arrastres desde la interfase agua sedimento hasta la superficie por un periodo de 5 minutos de forma circular. Las muestras fueron fijadas con formol buferado al 37%, y posteriormente fueron trasladadas al laboratorio para su análisis.

Se realizaron medidas volumétricas como volumen desplazado, y gravimétricas como peso húmedo, peso seco y peso libre de cenizas (materia orgánica). Para los conteos y la identificación, se separaron las muestras con ayuda de un separador Folsom, considerando para el conteo fracciones de 1/2, 1/4, 1/8 y 1/16 dependiendo de las condiciones de la misma en términos de densidad.

El estudio de comunidades de fondos blandos, se realizó por medio de una draga van Veen (5 lances por estación), recibiendo los organismos sobre un tamiz de 500 micras y preservándolos en formol. Los organismos fueron identificados a nivel de familia, registrando la abundancia y biomasa por estación (0,12 m^2).

Para el monitoreo de peces del área de interés, se realizaron muestreos diurnos, utilizando para la captura un trasmallo que se caló dos veces en cada estación seleccionada. La comunidad fue descrita en términos de abundancia, riqueza de especies, dominancia, hábitos alimenticios, talla y proporción de sexo de las especies.

En este sentido y para el análisis de las comunidades bióticas, conforme se les puede asociar, se les estimó para cada estación/período, descriptores de su estructura como son el número de taxa, el número de individuos, y los índices de dominancia, diversidad de Shannon y proporcionalidad; no se realizaron estimaciones de riqueza tipo Margalef por cuanto la densidad final no corresponde al valor medido sino a una conversión de cambio de escala, hecho que afecta a este tipo de descriptores (Ramírez 2006). Las dos primeras características se diagramaron espacialmente para visualizar su comportamiento.

Posteriormente se llevaron a cabo análisis de clasificación normal mediante agrupación promedio y el empleo de los índices de disimilaridad de Bray-Curtis que enfatiza las densidades y

de afinidad de Morisita que prioriza los porcentajes o participación de cada taxa en su comunidad. Tales resultados se expresan en dendrogramas los cuales a su vez se trasladaron a diagramas sobre el área de estudio para observar la similitud espacio-temporal de la estructura de las comunidades.

Estos mismos índices se emplearon, a manera de comparación, en el desarrollo de un análisis de coordenadas principales, para lo cual, las coordenadas resultantes de cada estación en los dos primeros ejes de ordenación, se relacionaron mediante análisis de correlación-regresión con las variables fisicoquímicas para determinar si la estructura de las comunidades de interés se explicaban en con alguna de estas últimas. Así, las comunidades bentónicas se relacionaron con las características de los sedimentos y la de zooplancton y peces con las condiciones fisicoquímicas en aguas, conforme era de esperarse para el caso. Para corroborar la información, se empleó un análisis de correlación canónica entre las matrices fisicoquímicas (independiente) y los ejes de ordenación (dependiente).

Para los análisis expuestos se emplearon varios programas de software incluidos PAST, Kplot y SPSS, siendo importante destacar que para todos los casos se siguieron los lineamientos para análisis de comunidades y registros fisicoquímicos expuestos en Ramírez y Viña (1998) y Ramírez (2006).

Por lo anterior se considera que la información aportada para el caso, que como se mencionó emplea los datos registrados en el marco del EIA de la refinería, pero se enfoca en su conjunto en el medio marino del área de interés, representa el estudio más actualizado de la Bahía hasta la fecha, donde una característica muy específica y de aporte metodológico, se corresponde al hecho de que fue realizado en las temporadas de transición (julio – agosto de 2007), lluvias (noviembre de 2007) y seca (marzo de 2008), lo cual permite inferir sobre los efectos de la estacionalidad propia de la bahía, sobre la dinámica natural de las comunidades analizadas para el caso, que se consideran las más sensibles de la bahía, tanto frente a estos cambios naturales, como a los efectos derivados de las actividades propias de los habitantes de la Bahía de Cartagena y su áreas de influencia tanto directa como indirecta.

En cuanto al estudio de aprovechamiento forestal del mangle, la metodología empleada se puede dividir en dos fases así:

- La primera fase o etapa preliminar, comprendió una visita de reconocimiento al sitio objeto de aprovechamiento forestal, revisión de imágenes de satélite de dicho sitio, revisión de documentación e información ambiental existente del área y planeación y diseño del inventario forestal a aplicarse.
- La segunda fase o de trabajo de campo llevada a cabo durante tres (3) días por ser una zona pequeña pero tupida de vegetación arbustiva y de rastrojos, comprendió la ejecución del

inventario forestal, en este caso al ciento por ciento (100 %) dentro de los dos (2) sitios objeto del aprovechamiento y toma de toda la información requerida. Adicionalmente durante esta fase se colectó información completa sobre las características florísticas y ambientales generales observadas dentro del área.

Por su parte y para determinar la calidad del aire de la zona, se adelantó un estudio fisicoquímico del mismo, siguiendo metodología US – EPA, para garantizar una medida técnicamente aceptable. En cuanto a la modelación de emisiones previstas por la operación del puerto, se adelantó su análisis documental que implicó estudiar los procesos físicos, y químicos de las operaciones que son fuente de emisiones atmosféricas, logrando identificar las variables del sistema en estudio que son o no controlables; posteriormente se hizo necesario especificar los valores que conforme la literatura disponible, podrían generar las variables y parámetros durante la modelación, a objeto que dichos valores reflejen en la mejor forma posible el estado real del sistema. Para el presente estudio se utilizó como modelo matemático El ISCST3 de la EPA, que es un modelo de dispersión Gaussiano que trabaja en estado estable, para terrenos simples y terrenos complejos. El mismo considera una amplia gama de tipos de fuentes y de emisiones y trabaja tanto a largo como a corto plazo.

Con los resultados obtenidos y tras el análisis de los procesos de construcción y operación del terminal portuario de la Refinería de Cartagena, se identificaron los impactos del proyecto bajo la metodología introducida por el Banco Mundial, en la que se caracterizan los impactos acorde con su importancia y su magnitud, las cuales son función de un conjunto de criterios o atributos propios del proyecto.

El principal interés de esta metodología es que diferencia la evaluación de impactos en función de su naturaleza (perjudicial o beneficioso, pero también ambiental o socioeconómico) y toma en cuenta el estado del medio antes del Proyecto.

Si bien el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en su Guía Ambiental para Puertos Carboníferos⁴ y la guía ambiental para terminales portuarios⁵ sugieren el empleo de métodos simplificados, Araujo Ibarra & Asociados S.A., decidió conservar la ponderación y los algoritmos inicialmente propuestos, ajustando sin embargo algunos términos al lenguaje técnico establecido por la norma NTC ISO 14001:2004 (bajo la cual se encuentra certificada a la fecha las operaciones de la refinería de Cartagena) y adoptando, por otro lado, un significado de las diferentes escalas de valor más apropiadas a la realidad de los sectores involucrados (para el caso

⁴ Op.cip.

⁵ COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE y MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Guía ambiental para Terminales Portuarios. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente, 2004. 441 páginas.

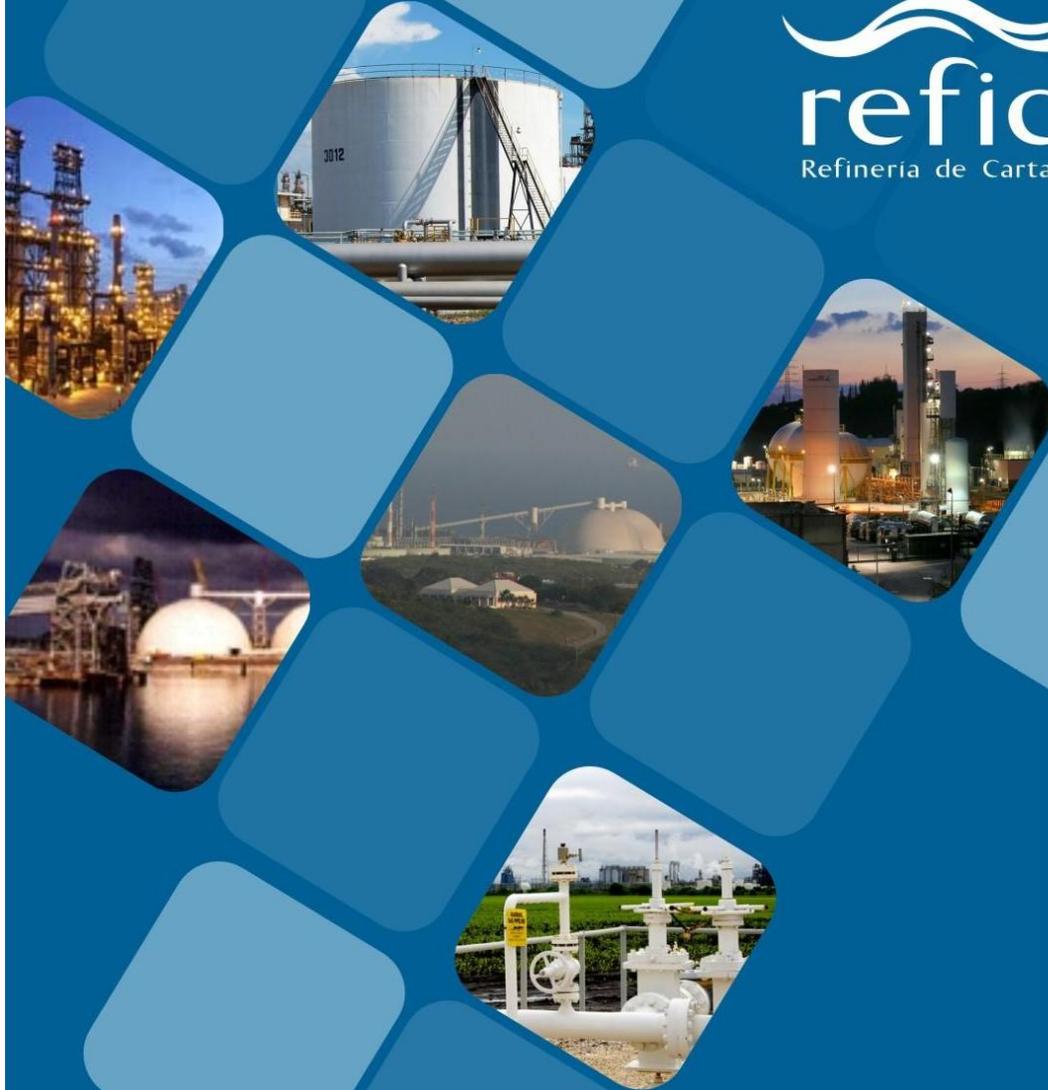
la construcción y operación de terminales marítimos que sirven refinerías de petróleo y sus actividades asociadas y conexas).

Equipo de trabajo.

Para el desarrollo del estudio, Refinería de Cartagena S.A. asignó responsabilidades de dirección en la Vicepresidencia Operativa, a cargo del ingeniero Luis Javier Arroyave, y del Coordinador HSE, el Ingeniero Carlos Alonso. La empresa contrató a la firma Araujo Ibarra & Asociados S.A. - Unidad de Desarrollo Energético y Ambiental, para orientar el alcance del desarrollo de los estudios específicos de línea base requeridos. El equipo de trabajo de esta Unidad contó para el EIA del terminal portuario de Reficar con la dirección de Gerardo Viña Vizcaíno, gerente de la Unidad, biólogo marino y especialista en contaminación de aguas y gerencia de proyectos, y se conformó por los siguientes profesionales:

- John Iván Nova, abogado máster en derecho de los recursos naturales y especialista en derecho ambiental y derecho minero-energético, quien estuvo a cargo de desarrollar la conceptualización, dirección y desarrollo del estudio jurídico del EIA.
- María Isabel Escobar, ingeniera civil máster en gestión social de proyectos, quien estuvo a cargo de los aspectos sociales del EIA.
- Carolina Ibarra, abogada especializada en Responsabilidad Social Empresarial, quien apoyó las actividades de participación ciudadana, políticas de responsabilidad social empresarial y programa de gestión social del EIA.
- Diana Ruíz Baena, economista especialista en finanzas y asuntos públicos a cargo de los análisis económicos y financieros del EIA, así como del componente de impactos económicos del proyecto en el contexto local, regional y nacional.
- Henry Correa, ingeniero mecánico especialista en gerencia de empresas y seguridad integral (HSE), quien dio los lineamientos para el análisis de riesgos y el Plan de Contingencia para el puerto de Reficar.
- Laure Fontaine, ingeniera química especialista en ingeniería ambiental, quien estuvo a cargo de la identificación y consolidación de los impactos del proyecto, estructuró y elaboró el análisis de riesgos e integró el Plan de Contingencia del estudio, a la vez apoyó la estructuración de las fichas del Plan de Manejo Ambiental.
- Henry Torres, ingeniero ambiental, quien adelantó la modelación de la calidad del aire a la vez que apoyó la integración de las fichas del Plan de Manejo Ambiental y el diseño del programa de Monitoreo.
- Cesar Vásquez, ingeniero geólogo, quien revisó la documentación referente a la geología y geomorfología del estudio y adelantó las labores de integración de planos y montaje de la documentación gráfica planos respectivos del estudio

- Serguei Lonin, doctor en oceanología experto en modelaciones hidrodinámicas y oceanográficas, quien estuvo a cargo de la modelación del comportamiento de las eventuales descarga de contaminantes del Terminal Portuario en la Bahía de Cartagena.
- Alberto Ramírez, Biólogo Marino y candidato a PhD, quien adelantó el análisis estadístico del estudio de la calidad de agua marina, los sedimentos y los aspectos bióticos de la Bahía de Cartagena y apoyó la integración de la línea base ambiental.
- Richard Díaz, ingeniero químico especialista en ingeniería ambiental, quien fue el coordinador del equipo de trabajo, estando a cargo de la estructuración e integración de la línea base ambiental del proyecto, integración y edición de los informes y producción final del EIA
- Luís Alejandro González, ingeniero civil y ambiental, quien apoyó a la dirección en la integración de los datos de base los muestreos de línea base y la estructuración del informe final del EIA, con una dedicación de tiempo completo al proyecto.
- Alberto Cabarcas, Ingeniero Forestal, quien elaboró la cuantificación forestal para los fines del aprovechamiento forestal del mangle.



CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Julio de 2009

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1 Localización

Localización Política.

El Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena se ubicará en el área marino-costera adyacente a la Refinería, en la Zona Industrial de Mamonal, costado oriental de la Bahía de Cartagena, en jurisdicción de Cartagena de Indias, Distrito Turístico y Cultural, en el Departamento de Bolívar, el cual hace parte de la Llanura del Caribe, localizado entre los 07° 00' 03" y los 10° 48' 37" de latitud norte y entre los 73° 45' 15" y los 75° 42' 18" de longitud oeste (IGAC, 2006⁶).

La Zona Industrial de Mamonal -ZIM, tiene una extensión de 14 kilómetros a lo largo de la Bahía de Cartagena y cuenta con un área aproximada de 3.100 hectáreas. Esta zona industrial limita por el norte con la ciudad de Cartagena (barrios Santa Clara, Campestre y Bellavista), por el sur con el corregimiento de Pasacaballos, por el oeste con la Bahía de Cartagena y por el este con algunos barrios aledaños, como Membrillal.

La ZIM se integra administrativamente a la localidad 3 del Distrito, "Localidad Industrial y de la Bahía", y a la Comuna 11, según la conformación del distrito de Cartagena.

Figura 2-1 Localización del proyecto del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena S.A.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados Proyecto EIA, imagen tomada de Google Earth, 2009

⁶ Diagnóstico y Evaluación de la Calidad Ambiental Marina en el Caribe y Pacífico Colombiano. Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras. REDCAM 2006.

Localización Geográfica y superficie ocupada.

En general, el Terminal se corresponderá con un espacio geográfico integrado por varias zonas conforme se detalla a continuación:

- **Zona Marítima Accesoría de Pasarela:** Consiste en una pasarela o plataforma de 1.125 m de longitud, orientada con un azimut de 244° con el norte, con un espejo de agua con un área de 166.992,2 m², adyacente a la zona de playa y Bajamar, en donde se construirá la pasarela que da acceso a la plataforma de carga, delimitado por los siguientes puntos geográficos:

Tabla 2-1 Límites geográficos de la zona marítima accesoria de pasarela

Lindero	Puntos	Limita	Longitud (m)
Norte	26-27-28	Aguas bahía de Cartagena, frente al muelle de GLP y Barcazas de Ecopetrol	999,19
Este	26-20-21-33	Zona bien de uso público. Concesión Reficar.	203,16
Sur	33-31	Aguas bahía de Cartagena, muelle lubricantes EXXONMOBIL.	1102,32
Oeste	28-32-31	Zona Marítima Accesoría de Muelle, Atraque y Maniobras.	259,04

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Las coordenadas de los puntos que delimitan la Zona Marítima Accesoría de Pasarela son:

Tabla 2-2 Coordenadas geográficas de los puntos que limitan la zona marítima accesoria de pasarela

Punto	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Long E	Lat N
20	843.561,70	1.632.824,00
21	843.561,60	1.632.766,10
26	843.510,20	1.632.845,90
27	842.664,30	1.632.433,40
28	842.611,70	1.632.457,90
31	842.550,10	1.632.210,80
32	842.559,40	1.632.345,80
33	843.540,80	1.632.694,00

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Y las Coordenadas de inicio y finalización de la pasarela en Datum Magna-Sirgas son:

Tabla 2-3 Coordenadas geográficas de los puntos que limitan la zona marítima accesoria de pasarela

Punto	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Long E	Lat N
Inicio (en línea de costa)	843.565,41	1.632.831,58
Final (en el mar)	842.439,92	1.632.400,14

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

- **Zona Marítima Accesoria de Muelle, Atraque y Maniobra:** Estará conformada por dos plataformas paralelas de atraque de 354,4 m cada una, orientada 295° respecto al norte, Comprende un espejo de agua con un área de 120.945,2 m², adyacente a la Zona Marítima Accesoria de Pasarela, en donde se construirán las plataformas de carga y los sistemas de atraque y amarre. Su ubicación, linderos y extensión son:

Tabla 2-4 Límites geográficos de la zona marítima accesoria de muelle, atraque y maniobra

Lindero	Puntos	Limita	Longitud (m)
Norte	28-29	Aguas de la Bahía de Cartagena	471,50
Este	28-32-31	Zona Marítima Accesoria de Pasarela	259,04
Sur	30-31	Aguas Bahía de Cartagena	520,03
Oeste	29-30	Aguas Bahía de Cartagena	250,00

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Las coordenadas de los puntos que delimitan la Zona Marítima Accesoria de muelle atraque y maniobras son:

Tabla 2-5 Coordenadas geográficas de los puntos que limitan la zona marítima accesoria de muelle, atraque y maniobras

Punto	Coordenadas Gauss Kruger - Datum Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Long E	Lat N
28	842.611,70	1.632.457,90
29	842.184,30	1.632.657,20
30	842.078,70	1.632.430,60
31	842.550,10	1.632.210,80
32	842.559,40	1.632.345,80

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Las Coordenadas de inicio y finalización de la plataforma de carga o muelle son las siguientes (Datum Magna-Sirgas):

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Tabla 2-6 Coordenadas geográficas de los puntos que limitan la zona marítima accesoria de pasarela

Punto	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Long E	Lat N
Inicio	842.439,92	1.632.400,14
Final	842.176,86	1'632.522,80

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

- **Zona Bienes de Playa y Bajamar:** Comprende un área de 125.564,7 m² y en esta área se dará inicio a la plataforma en tierra, con las bandas transportadoras y tuberías; su ubicación, linderos y extensión son:

Tabla 2-7 Límites geográficos de la zona de bienes de playa y baja mar

Lindero	Puntos	Limita	Longitud (m)
Norte	16 – 15	Franja de manglar (Uso Público) adyacente al Terminal de ECOPEPETROL.	302,32
Este	15-14-13-12-11-10-9-8-7-6	Zona adyacente de servicios, Refinería de Cartagena	932,29
Sur	6-25	Boca de la dársena	56,51
Oeste	25-24-23-22-21-20-19-18-17-16	Bahía de Cartagena y zona accesoria pasarela	1.129,79

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Las coordenadas de los puntos que delimitan la Zona de Playa y Bajamar son:

Tabla 2-8 Coordenadas geográficas de los puntos de la zona playa y baja mar

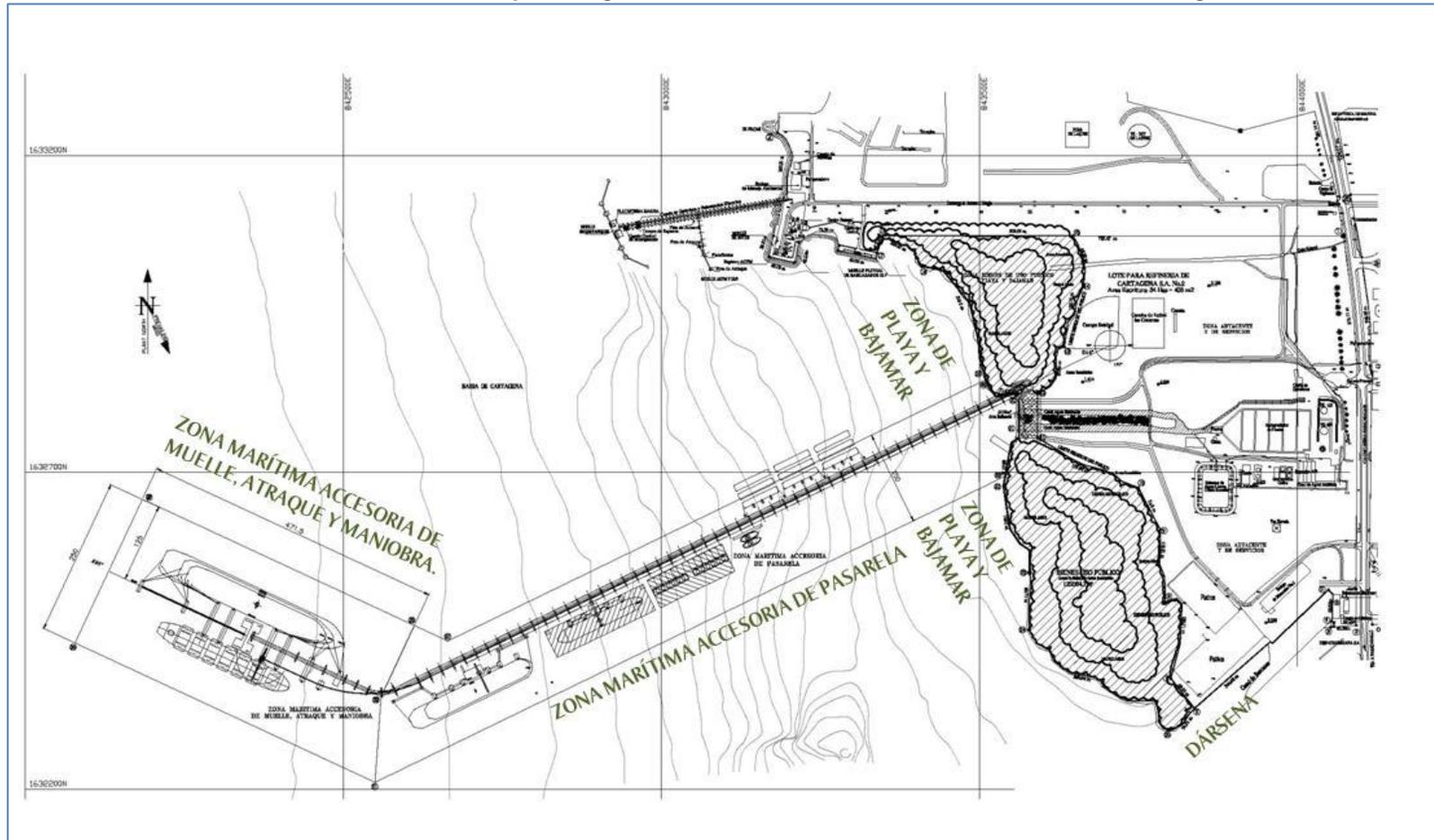
Punto	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Long E	Lat N
6	843.838,70	1.632.327,10
7	843.800,80	1.632.374,60
8	843.791,60	1.632.495,00
9	843.784,40	1.632.609,10
10	843.750,10	1.632.675,40
11	843.591,60	1.632.753,90
12	843.591,60	1.632.823,60
13	843.633,50	1.632.897,90
14	843.663,70	1.632.993,90
15	843.646,80	1.633.073,10
16	843.344,40	1.633.073,80
17	843.339,40	1.633.046,70
18	843.410,30	1.633.025,60

Punto	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá	
	Long E	Lat N
19	843.508,80	1.632.850,20
20	843.561,70	1.632.824,00
21	843.561,60	1.632.766,10
22	841.538,10	1.632.678,10
23	843.578,10	1.632.541,60
24	843.577,50	1.632.451,20
25	843.796,70	1.632.293,20

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

En la Figura 2-2 se presenta la localización de las distintas zonas que integran el Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena.

Figura 2-2 Ubicación de las distintas zonas que integran el Terminal Portuario de la refinería de Cartagena



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra

Para los fines de ilustrar de forma amplia la distribución espacial del proyecto de Construcción y Operación del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena, en el Plano 2-1 que se presenta en escala 1:25.000, se registran cada uno de los detalles y aspectos propios del terminal previsto, mismo que conforme se identifica, se continúa desde la plataforma de despacho de Petcoque y Azufre, en su momento autorizada en el marco de la licencia ambiental del proyecto de ampliación de la Refinería de Cartagena.

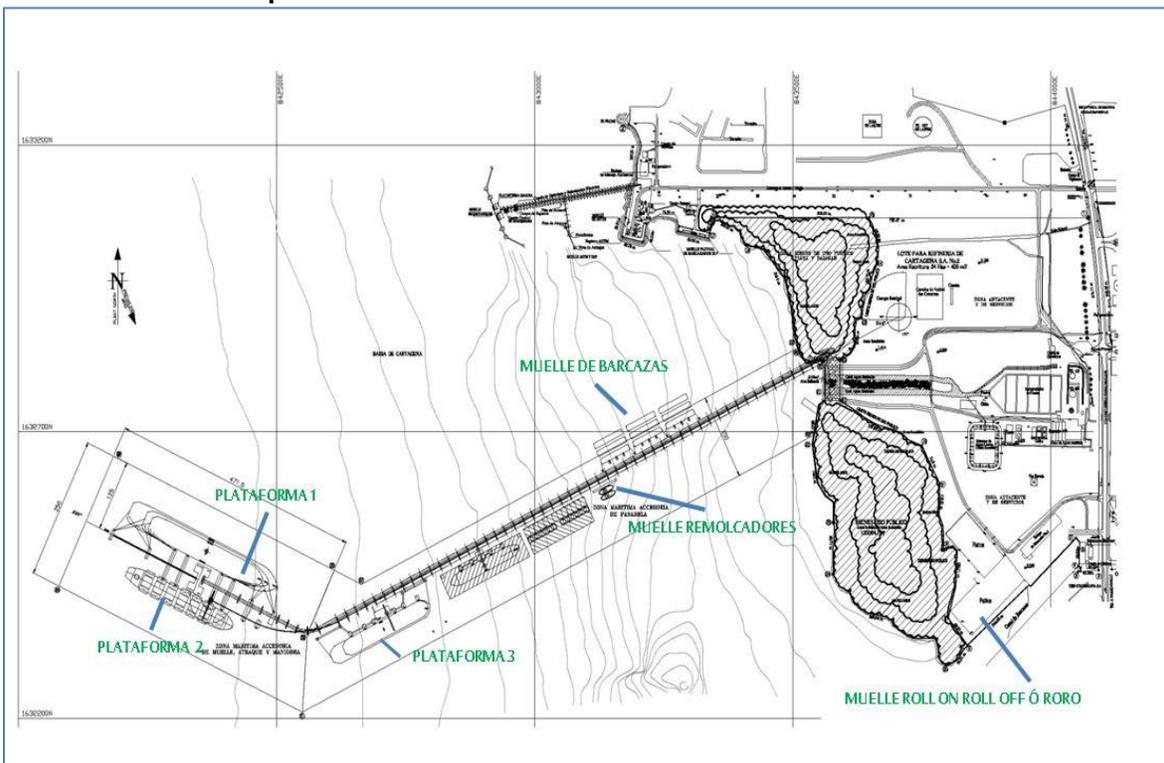
2.2 Características Técnicas de las Actividades de la Construcción del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena

Inicialmente a la determinación de la construcción del puerto para Reficar, fue necesario analizar varias alternativas, teniendo en cuenta su ubicación e influencia sobre la operación portuaria normal de la Bahía de Cartagena y más específicamente para el caso, en la Zona Industrial de Mamonal. Por ello la configuración del terminal portuario se basó en varias propuestas de diseño, que determinaron la mejor opción y que tuvo en cuenta criterios como:

- La futura ampliación del canal de Bocachica, prevista a ser adelantada en los próximos 3 años por el Gobierno Nacional, conforme información pública divulgada por el Ministerio de Transporte.
- La construcción de cuatro muelles para el manejo del recibo y despacho de los productos que se pretenden transportar y movilizar a través del terminal y que corresponden a:
 - Muelle 1, con capacidad de atender buque-tanques petroleros de hasta 180.000 toneladas de peso muerto (DWT).
 - Muelle 2, con capacidad de atender buque tanques petroleros de hasta 180.000 DWT y buques para carga de Petcoque de hasta 70.000 DWT.
 - Muelle 3, con capacidad para abastecer buques de carga de ULSD, amoníaco y Azufre, de entre 15.000 DWT y hasta 50.000 DWT.
 - Muelle 4, para embarcaciones auxiliares.
 - Muelle Roll on Roll off, para descarga de maquinaria pesada.
- Un área para barcasas o gabarras, que contará con “puntos de amarre”, para un máximo de 9 embarcaciones atracadas con una disposición de 3X3.
- Un área libre como atracadero de barcasas de 15.000 DWT y zona de atraque para dos remolcadores.
- Los tipos de buques y las zonas de maniobra necesarias para su atraque.
- La ubicación geográfica de los muelles aledaños al proyecto y el análisis de su influencia en el área de maniobra para el puerto de Reficar.
- La extensión del nuevo muelle para la Refinería de Cartagena.
- La evaluación del piloto de maniobras.

De otra parte, para el desarrollo del diseño del proyecto, fue necesario identificar las áreas de maniobras de los seis (6) muelles presentes en el área aledaña del mismo sobre la línea de costa de la Bahía de Cartagena, que corresponden a los muelles del Terminal Néstor Pineda de Ecopetrol, Muelle de GLP, Amoníaco y barcazas de Ecopetrol, muelle de Exxon – Mobil, muelle de Dexton, muelle de la empresa Colterminales y el muelle de Dow Química.

Figura 2-3 Ubicación de los muelles criterio, para la determinación de la configuración final del puerto.



Fuente: Reficar 2009, Reporte del concepto de ingeniería – MECOR 2009, modificado por Araujo Ibarra.

De esa forma y para los fines del proyecto previsto, el análisis se desarrolló en función de cinco tópicos de base a saber:

1. *Tipos de buques, embarcaciones y áreas de maniobra requerida.* De acuerdo con los tipos de producto que se manejarán en el puerto, los ratos de carga y los volúmenes de exportación e importación anual, los tipos de embarcaciones para los cuales se debe diseñar el terminal portuario son los siguientes:

Tabla 2-9 Tipos de embarcación y sus características más relevantes

Tipo de embarcación	DWT (Peso Muerto) Ton M	Muelle No	ESLORA TOTAL (m)	MANGA (m)	CALADO (m)	Radio de Maniobra (m)	Producto	Tipo de Producto
Remolcador	-	-	-	-	-	-		
Barcaza	9.000	-	60	15	-	-		
Granelero	15.000	2	145	21,0	8,4	300	Azufre - Exportación	Sólido
	30.000	2	176	26,1	10,7	350	Petcoque Ánodo - Exportación Petcoque combustible - Exportación	Sólido
	70.000	2	224	32,3	14,2	500	Petcoque Ánodo - Exportación Petcoque combustible - Exportación	Sólido
Petrolero	50.000	3	201	32,3	11,9	400	Petróleo - Importación, Diesel ULSD - Exportación	Líquido
	85.000	1 y 2	239	38,0	13,0	480	Petróleo - Importación, Diesel ULSD - Exportación	Líquido
	120.000	1 y 2	272	46,0	14,0	520	Petróleo - Importación, Diesel ULSD - Exportación	Líquido
	180.000	1 y 2	293	45,4	17,0	590	Petróleo - Importación, Diesel ULSD - Exportación	Líquido

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

Así mismo se tuvo en cuenta el canal de acceso de Bocachica, el cual presenta las siguientes características:

Tabla 2-10 Características actuales y futuras del Canal de Bocachica

Canal de Boca chica	Profundidad (m)	Ancho (m)
Actual	15	84
Futuro	17	132

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

2. *Localización Geográfica.* Como ya se mencionó, el Terminal Portuario está ubicado en la Bahía de Cartagena, en inmediaciones de la Refinería de Cartagena, a la altura de la Zona Industrial de Mamonal, y el análisis que se desarrolló, hace referencia a la decisión de la ubicación del puerto, teniendo en cuenta las zonas adyacentes a los demás terminales, que a la fecha adelantan sus operaciones en áreas cercanas al proyecto.

Inicialmente, se identificaron las áreas marinas protegidas dentro de la Bahía de Cartagena, que corresponden al muelle de TNP de propiedad de Ecopetrol, el cual se encuentra al norte de la Refinería y un muelle de barcazas de Ecopetrol que se encuentra en frente de las instalaciones de la Refinería; instalaciones estas que sumadas, registran características similares al proyecto a desarrollar por Reficar, tanto por los productos a ser manejados, (Ver Figura 2-4) como por la zona para su desarrollo, no obstante incluir instalaciones para el cargue de Petcoque y Azufre, así como facilidades para la recepción de petróleo crudo (de importación), con ratas de cargue superiores a las actualmente disponibles en las instalaciones de Ecopetrol.

Estas áreas protegidas corresponden a Ecopetrol, lo que incitó a pensar que en esa línea de costa sería conveniente la ubicación del muelle. Pensando en ello, se tuvieron otros criterios como son los aspectos ambientales, que involucran para el caso, la afectación al manglar, reconociendo no obstante que su afectación es mínima y el mismo fue plantado años atrás por Ecopetrol dado que en este costado de la costa no había relictos de los mismos.

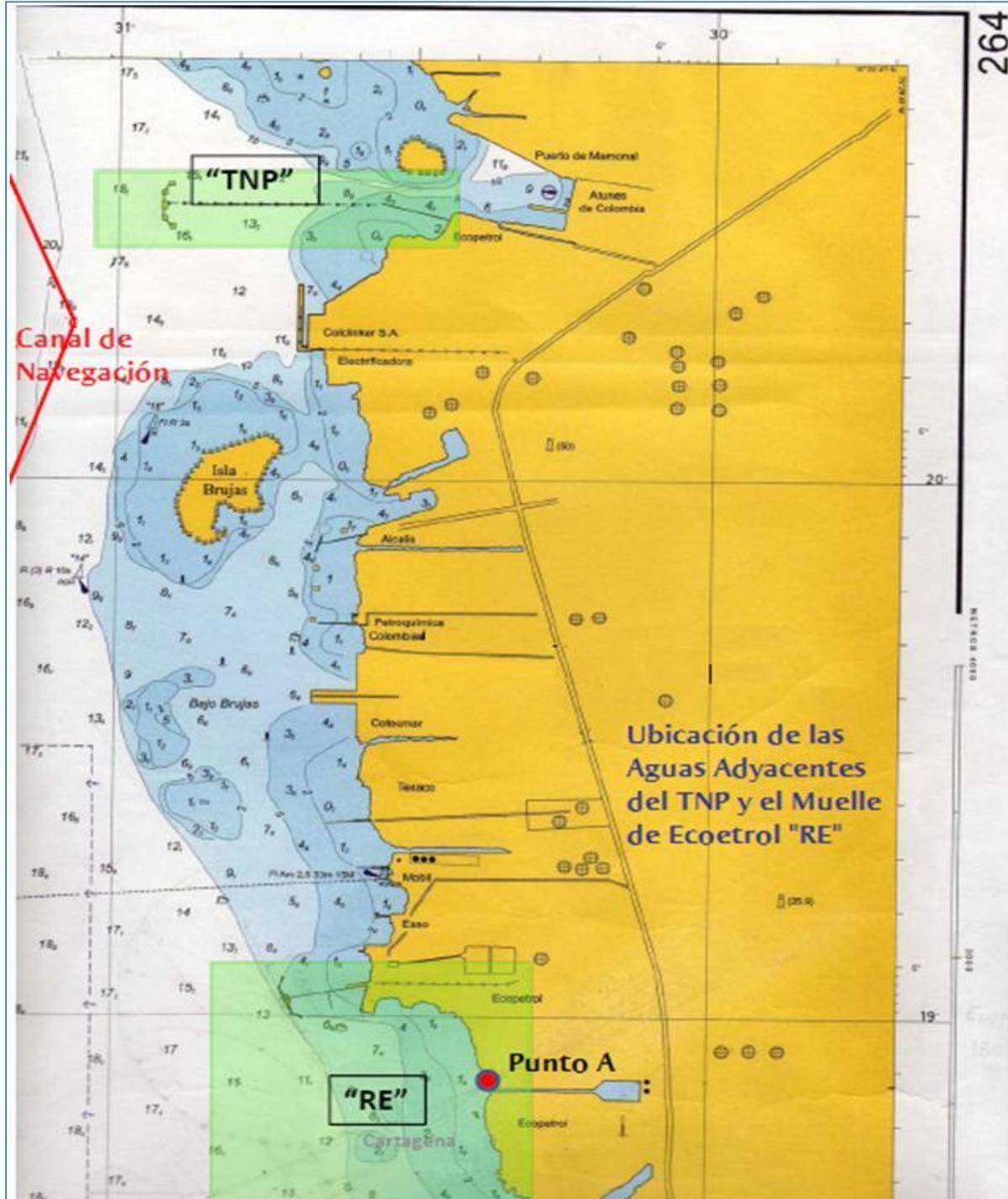
En razón a aspectos como la supervisión y control de traslados de los productos de la Refinería al muelle y el tiempo de construcción, se consideró que es más viable hacerlo frente a las instalaciones de Reficar, hecho este que permitió descartar la posibilidad de construirlo en el área del TNP, mismo que además de estar a 2,4 Km al norte de las instalaciones de Reficar, superpone su área de maniobra con el frente del Canal de Navegación de la Bahía.

De otro lado, se analizaron aquellos muelles aledaños a la Refinería, y se identificó su interferencia directa e indirecta sobre el proyecto; los muelles son:

- Muelle de TNP. (Interferencia indirecta).
- Muelle de la Refinería de Ecopetrol. En adelante Muelle “RE” por las iniciales de Refinería Ecopetrol” (Interferencia directa).
- Muelle de EXXON- MOBIL. (Interferencia directa). (*)
- Muelle de DEXTON. (Interferencia directa). (*)
- Muelle de COLTERMINALES. (Interferencia directa). (*)
- Muelle de DOW QUIMICA. (Interferencia directa). (*)

(*) Serán llamados muelles del sur a partir de ahora para su fácil identificación. Ver la Figura 2-5.

Figura 2-4 Ubicación de las aguas adyacentes del TNP y el Muelle de Eco petrol



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Las áreas de Maniobra de estos muelles tienen el siguiente radio de giro: (Ver Figura 2-5).

- Muelle de TNP. 500 m.
- Muelle de Ecopetrol “RE”. 500 m.
- Muelle de EXXON MOBIL. 240 m.
- Muelle de DEXTON. 240 m.
- Muelle de COLTERMINALES. 200 m.
- Muelle de DOW QUIMICA. 200 m.

Por su parte, el tráfico marítimo que se presenta en el área de los muelles del sur es:

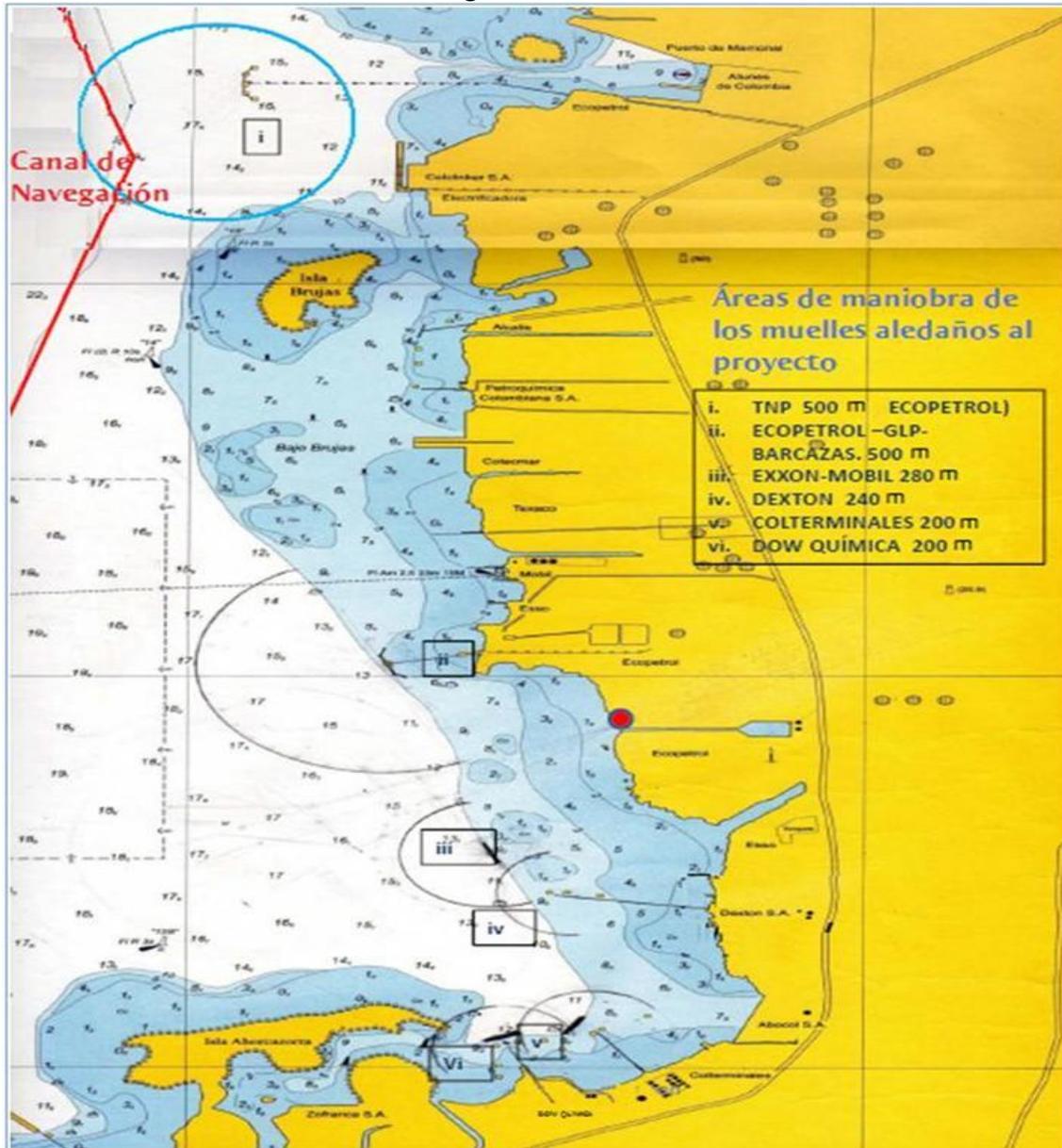
- Muelle de Ecopetrol “RE” y GLP. 500 m. Sirve a un promedio de 9 buques por mes.
- Muelle de ESSO MOBIL. Sirve un buque cada 2 meses.
- Muelle de DEXTON. Sirve un promedio de 2 buques por mes.
- Muelle de COLTERMINALES. Sirve un promedio de 3 buques por mes.
- Muelle de DOW QUIMICA. Sirve un promedio de 4 buques por mes.

Paralelamente, se tuvo en cuenta que en el canal de navegación de la Bahía de Cartagena, existe tráfico permanente de buque y embarcaciones y que hay un movimiento diario de barcazas entre el muelle OPON y el muelle del río de propiedad de Ecopetrol.

Por lo anterior, se identificó que el sector previsto para el nuevo muelle de la Refinería de Cartagena corresponde a las aguas frente a la misma Refinería y que las áreas de aproximación y maniobras del muelle de Ecopetrol “RE” están debidamente señalizadas, las cuales dan seguridad para la navegación entre este y el nuevo terminal de refinería.

Con respecto al área de aproximación, se identificó que una vez el piloto haya pasado la boya “12” por estribor, encontrará un área amplia de aguas para poner el buque o embarcación del caso, alineado(a) al nuevo terminal. Esta área, permite la planeación de las maniobras de atraque, 1,4 millas antes de realizar esta operación, lo cual aporta excelentes niveles de seguridad en el terminal.

Figura 2-5 Áreas de maniobra de los muelles aledaños al proyecto del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena

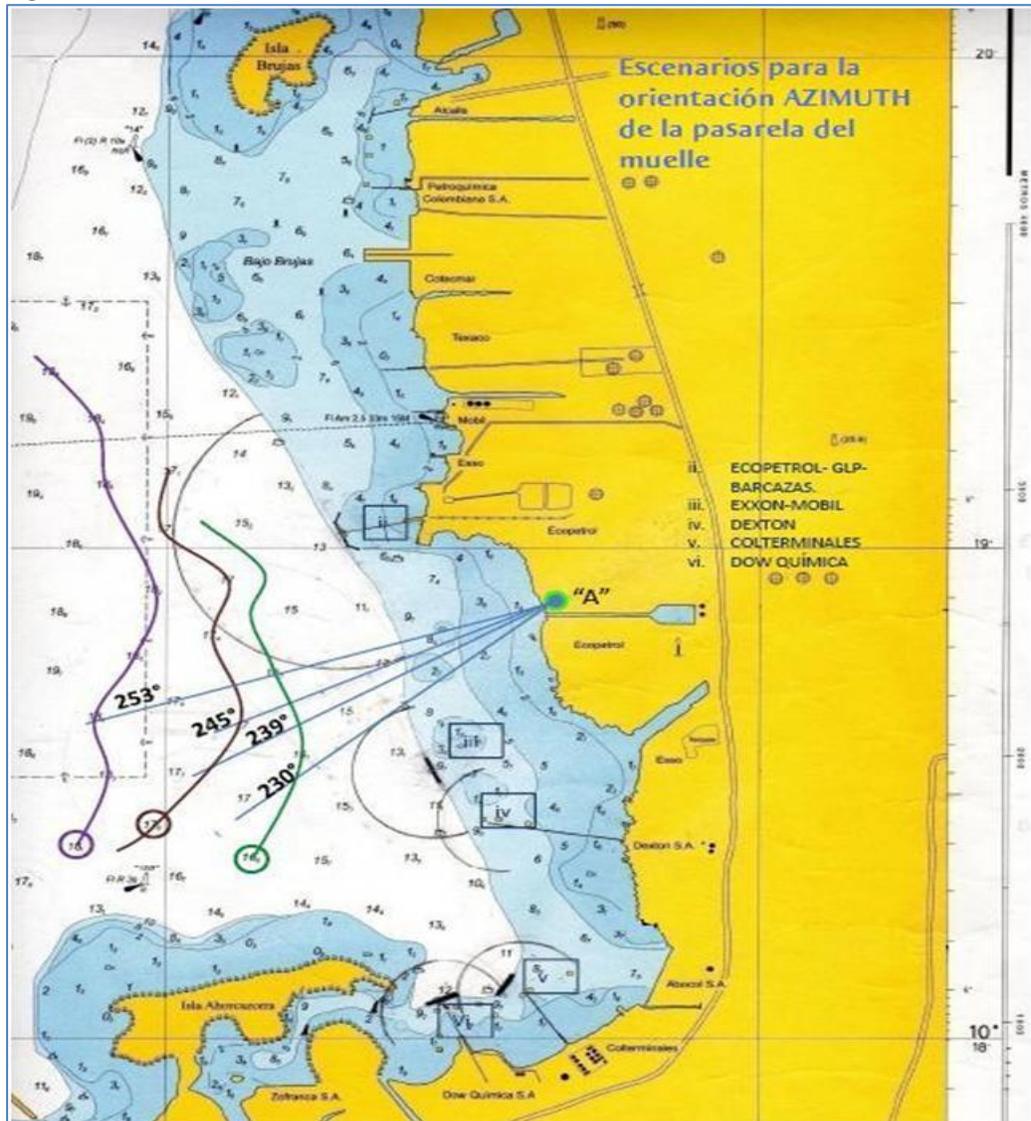


Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

Por lo anterior y teniendo en cuenta todo lo descrito hasta ahora, el estudio desarrolló cinco escenarios para el azimut del muelle, donde inicialmente presentamos los cuatro descartados con su justificación, que son: (Ver Figura 2-6).

- Escenario A: La pasarela tendrá una orientación de 230° de azimut.
- Escenario B: La pasarela tendrá una orientación de 239° de azimut.
- Escenario C: La pasarela tendrá una orientación de 245° De azimut.
- Escenario D: La pasarela tendrá una orientación de 253° de azimut.

Figura 2-6 Propuestas de probable orientación del muelle



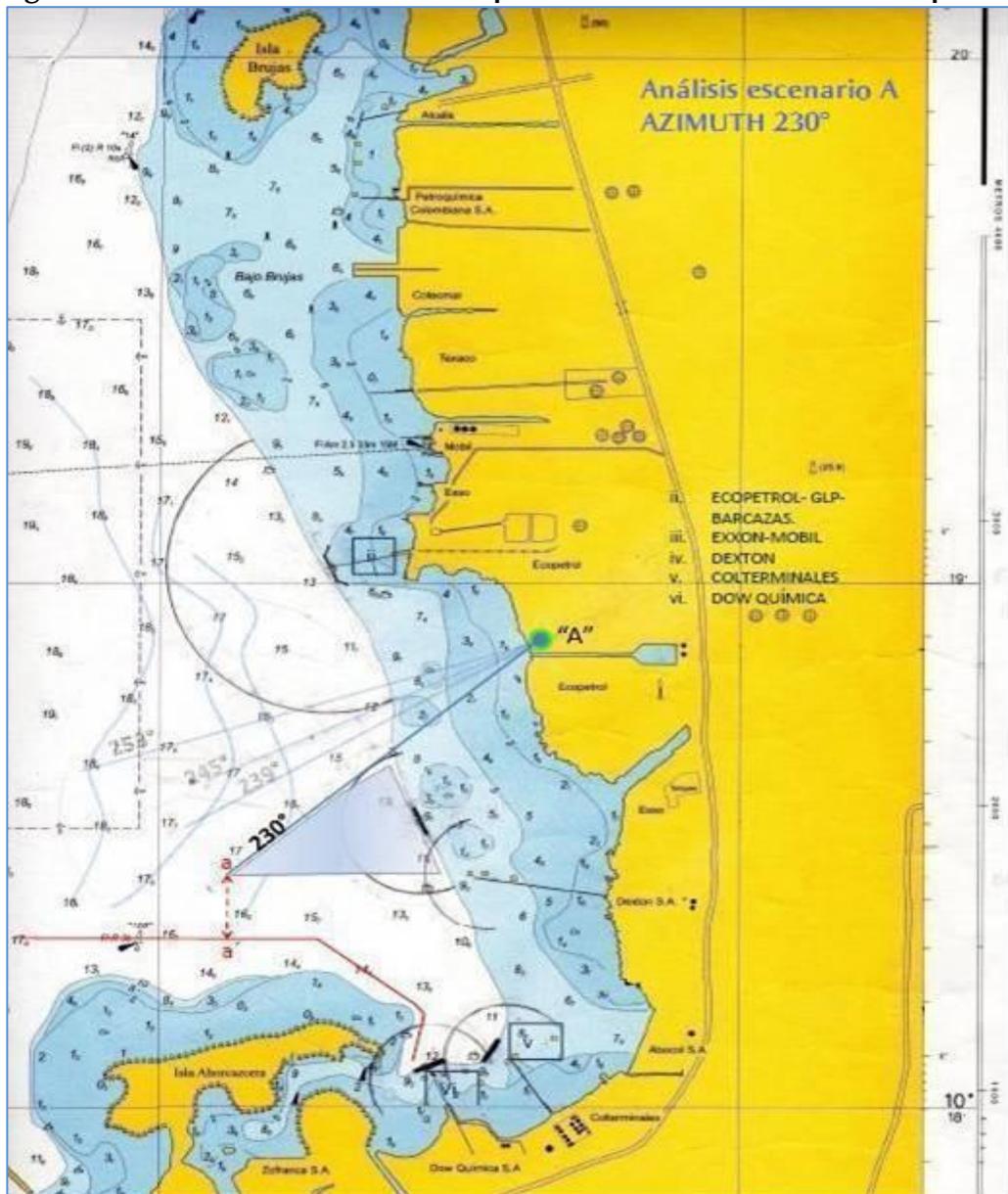
Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

Es de resaltar que todos los escenarios en su punto final están localizados a una cota de 17 m de profundidad.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

El análisis del Escenario A, sugiere una interferencia con la zona de aproximación al muelle de Exxon-Mobil. (Ver Figura 2-7). La zona de aproximación se reduciría hasta en un 1,1 cable, e interfiere con el canal de aproximación para los muelles del sur.

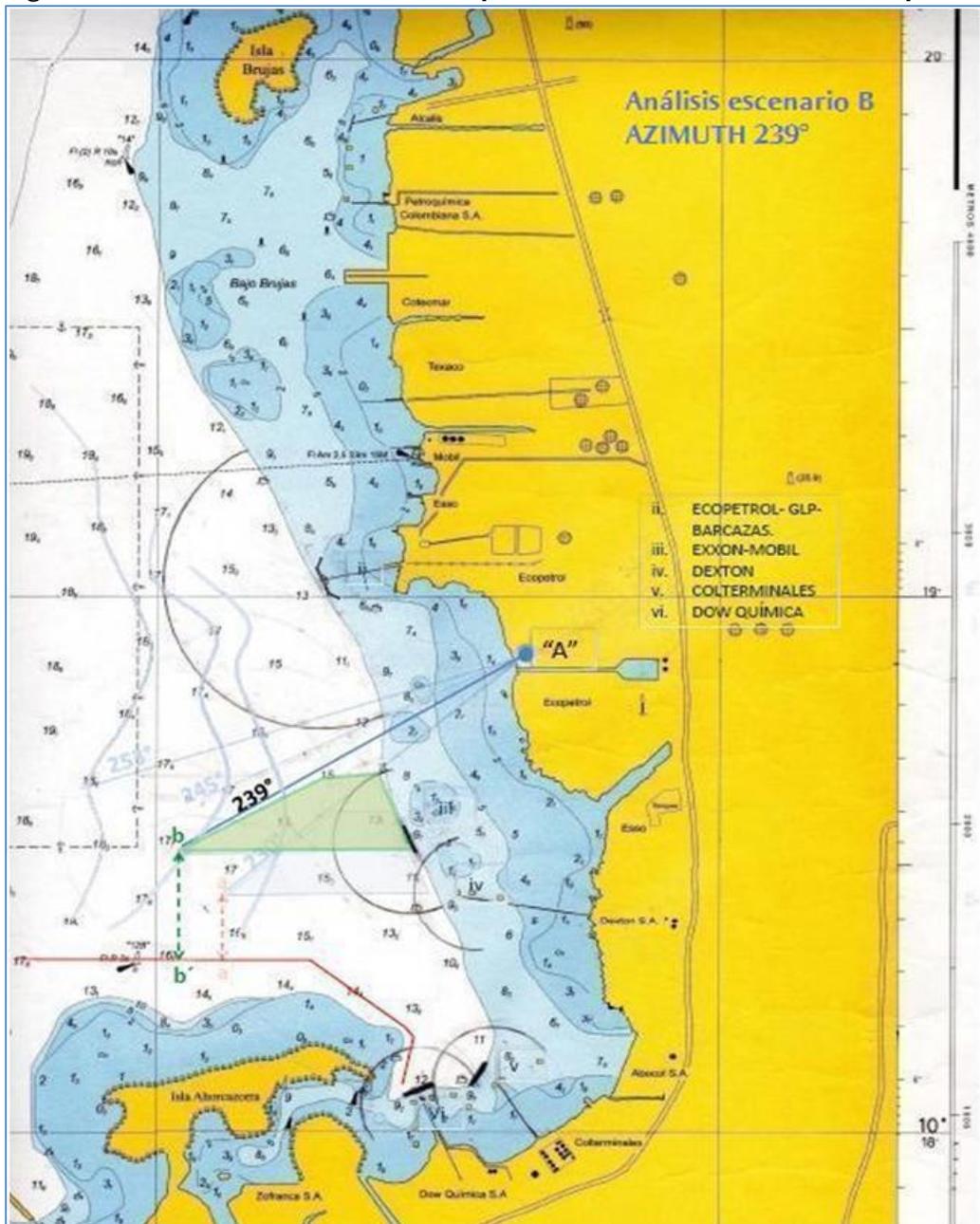
Figura 2-7 Análisis del escenario A para la localización AZIMUT de la pasarela



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

El Escenario B, tienen el mismo problema que el Escenario A. En este caso, el canal de aproximación se reduciría hasta 2,0 cables. (Ver Figura 2-8).

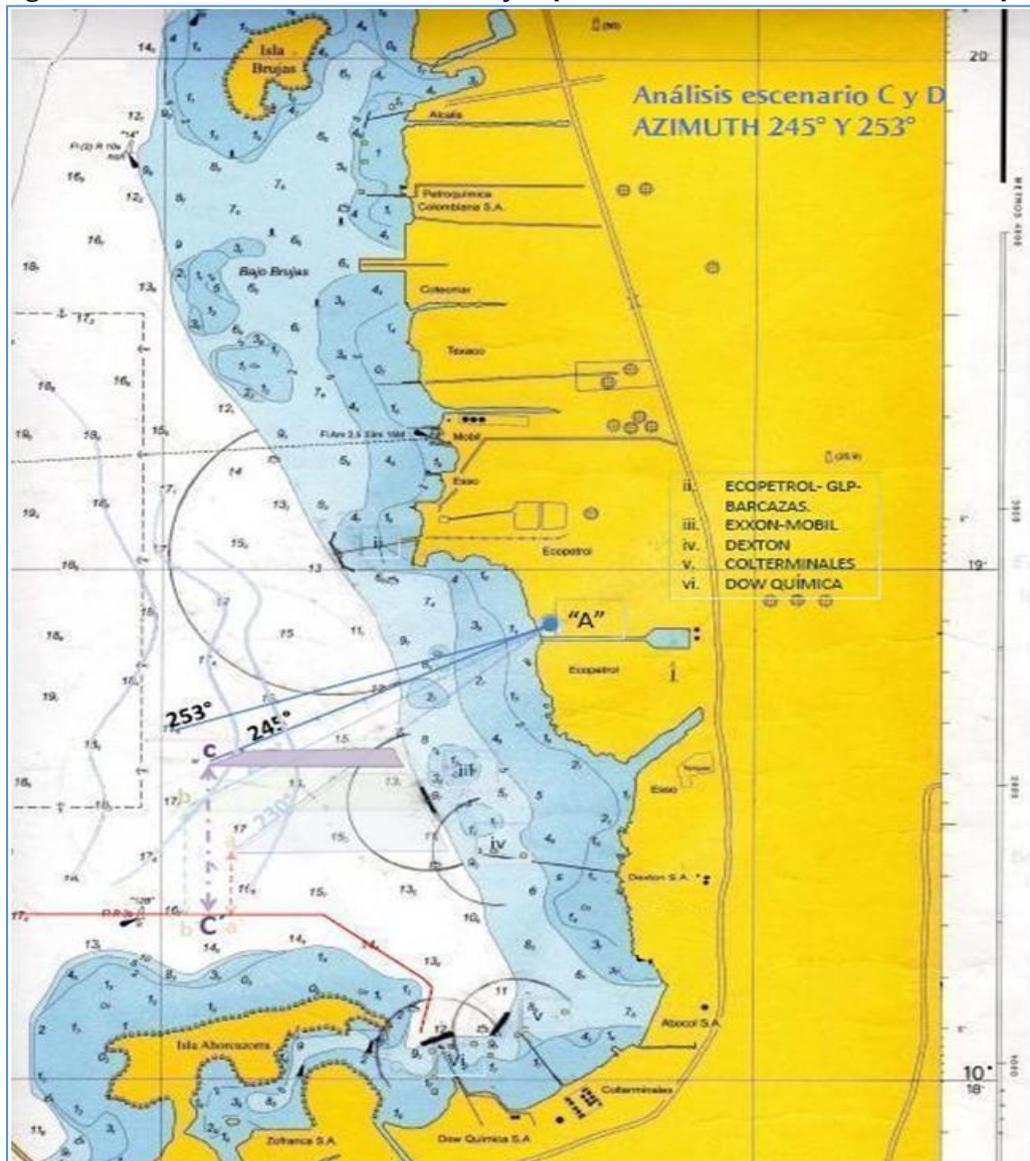
Figura 2-8 Análisis del escenario B para la localización AZIMUT de la pasarela



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

Con respecto al escenario C, se observó que no tiene ningún problema con el canal de aproximación a los muelles del sur y al Muelle Exxon-Mobil. El canal de aproximación se incrementa en 2,9 cables de ancho. Este escenario no toca el área de maniobras de Exxon-Mobil. Este azimut de 245° cierra en la isobar de los 17 m. El Escenario D, de azimut 253°, tiene la misma caracteriza del azimut de 245°, pero se superpone con el área de maniobra de Ecopetrol. (Ver Figura 2-9).

Figura 2-9 Análisis del escenario C y D para la localización AZIMUT de la pasarela



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Tras los escenarios estudiados, y una vez analizada la situación de los seis muelles descritos con respecto a sus zonas de operaciones, su capacidad del canal de acceso, su proximidad con el canal de navegación de la Bahía de Cartagena (especialmente el muelle TNP) y los rutas de aproximación, la dirección de entrada en el mar del muelle de Reficar, debe cumplir con lo siguiente:

- No alterar o poner en peligro la navegación de los buques que transitan por el canal de acceso de la bahía.
- La menor interferencia con las áreas de movimiento de los Muelles existentes y garantizar la seguridad de la zona de maniobra y de tránsito del nuevo muelle.
- Causar el menor impacto ambiental a la flora del borde de playa (manglar) y las especies marinas de la zona.
- No elevar los costos de su construcción.
- Elegir la alternativa más próxima a los 17m de profundidad.

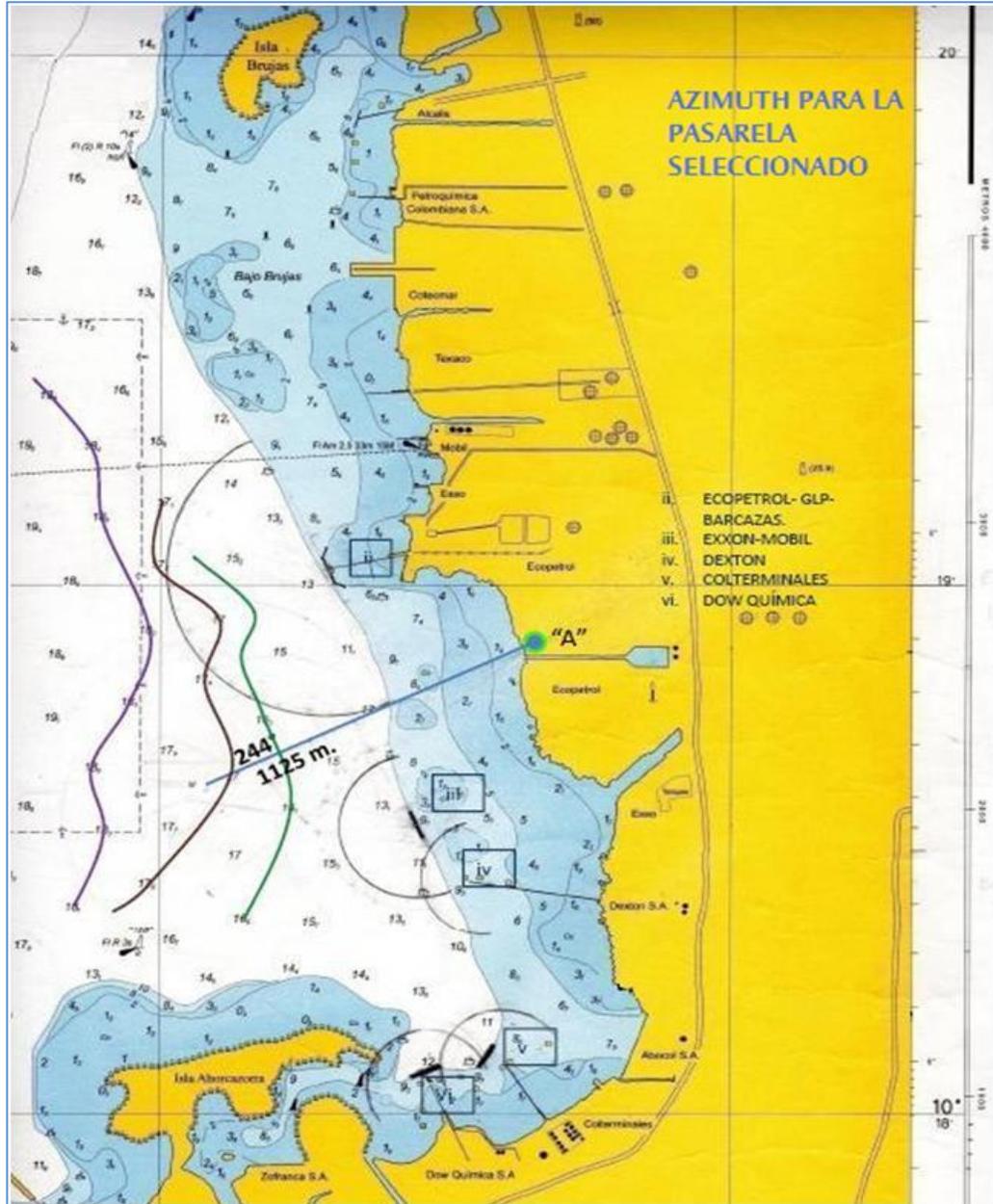
Por ello y de acuerdo a las bases conceptuales disponibles sobre seguridad de navegación, la proximidad al canal de navegación de la bahía, la zona de operaciones de los puertos y en este caso la carta de navegación de la Bahía de Cartagena, se concluyó que el Muelle puede dejar el borde de playa en la posición Latitud 10°18'52" Norte y Longitud 75° 30'22 Oeste, identificado en las figuras anteriores como el punto A y proyectándose hacia el mar con una dirección de 244°. (Ver Figura 2-10).

Esta alineación, no cruza a través de las áreas de maniobra del muelle de Ecopetrol ni de los muelles de EXXON-MOBIL o ESSO. Así mismo, evita al máximo cualquier aproximación al canal de navegación de la bahía.

Este azimut de 244°, permite operar en medio de las maniobras propias del muelle de Ecopetrol, así como del muelle EXXON-MOBIL.

Finalmente y como un punto muy importante para los fines previstos en el presente EIA, el azimut de 244° para la pasarela del puerto, sigue siendo perpendicular a la refinería de Reficar y los muelles de EXXON MOBIL y ESSO, lo cual facilita a los pilotos visualizar con mayor seguridad el nuevo Muelle, mientras se maniobra frente a los dos muelles mencionados.

Figura 2-10 Orientación final del AZIMUT de la pasarela del Puerto de Reficar (244°)



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

3. *Extensión del nuevo muelle para la Refinería de Cartagena.* En un principio los criterios de desarrollo del puerto de la Refinería habían establecido un largo de 900 m y una profundidad de 16,5 metros. Sin embargo la firma MECOR SA, llevó a cabo en enero de 2009 un sondeo de la

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

profundidad de la bahía. El resultado, fue que la diferencia entre este sondeo y la actual carta náutica es de 0,50 m hasta 1,0 m; dando una profundidad de 15 metros en el sitio inicialmente considerado, para un muelle de 900 metros de largo.

Así mismo y teniendo en cuenta los requerimientos de Reficar, en el sentido de contar con la capacidad de atraque de buques de 70.000 DWT a 180.000 DWT. (Según la futura ampliación de la entrada del canal Bocachica y futuras ampliaciones del canal navegable en la bahía de Cartagena), se procedió a identificar un nuevo punto para el muelle de atraque, que tuviera una profundidad de 17,0 metros como mínimo, (sin dragar), lo que llevó a extender el largo de la pasarela a 1.125 m. Esta nueva configuración permitirá la operación de buques entre 120.000 y hasta 180.000 DWT. No obstante, en cualquier caso, la sedimentación diaria del Canal del Dique, exigirá a partir del tercer año de operación del terminad, la relimpia del frente del mismo, a fin de mantener los muelles en las profundidades necesarias para operar dentro de las condiciones previstas.

Por lo anterior, el muelle va a atender buques graneleros de 15.000, 30.000 y 70.000 DWT, según la capacidad requerida por la Refinería de Cartagena, en cuanto a la producción de nuevos productos como son el coque del petróleo y el Azufre, y tras el aumento de la capacidad de refinación de la planta, deberá recibir tanques Petroleros de 80.000, 120.000 y 180.000 DWT. Los tamaños correspondientes fueron los sugeridos por la Refinería, basados en su capacidad de producción actual y futura, así como la proyección de la expansión del canal de acceso a la bahía de Cartagena, donde claro es y conforme se conoce y plantea por expertos, el aumento de los distintos tipos de producto y volúmenes de estas operaciones, implican un número importante de las relaciones Toneladas / tiempo, toneladas / buque.

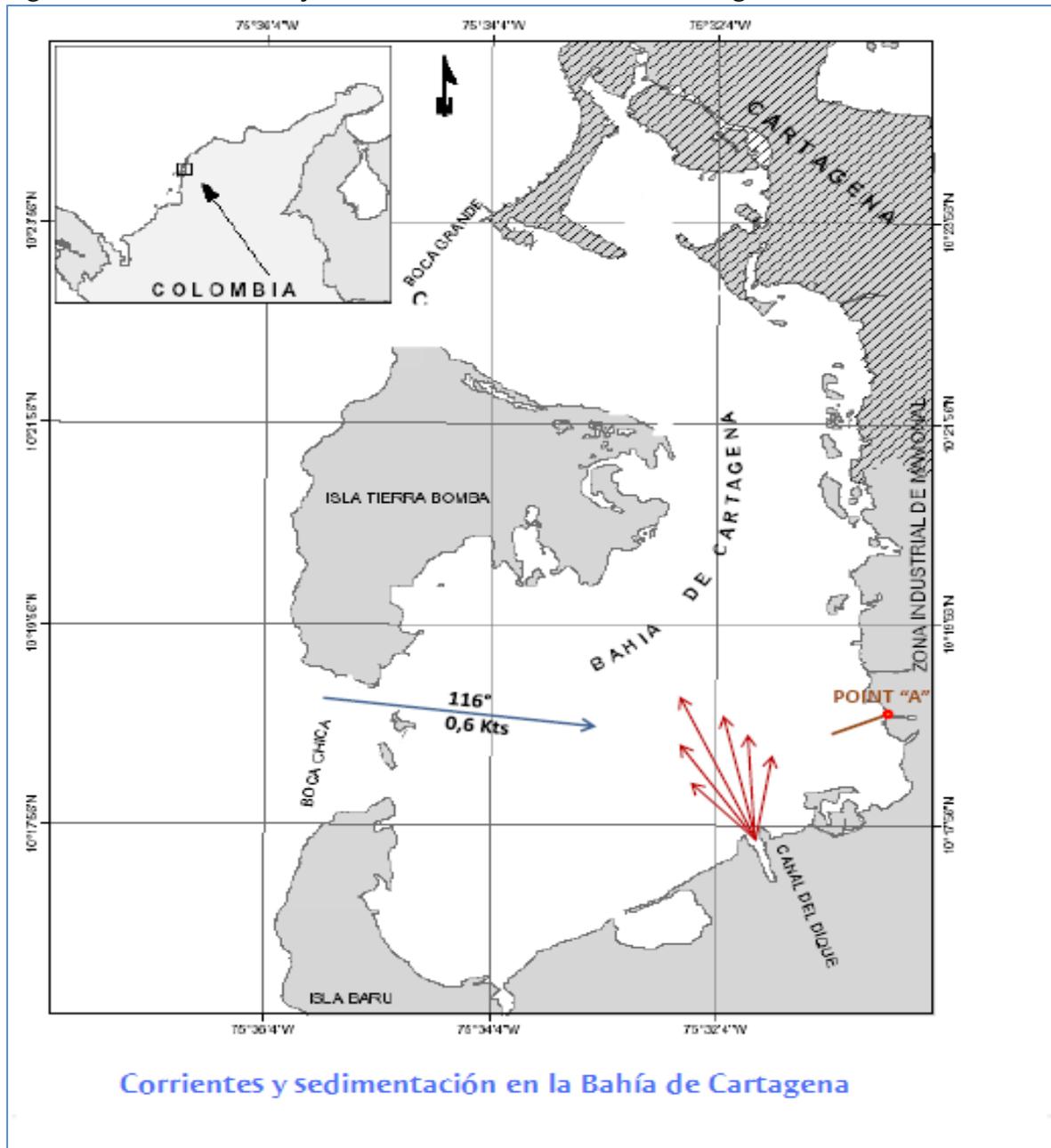
De otra parte y conociendo conforme se anotó, que está previsto por el gobierno nacional a través del Ministerio de Transporte, promover en el mediano plazo la expansión del canal de acceso a la bahía de Cartagena, hecho que ampliará el canal de Bocachica a una profundidad de 17,0 metros a la vez que se aumentará la capacidad de tanques de carga, lo que por su a la vez permitirá elaborar proyectos de puertos de hasta 15,7m. Actualmente los buques salen con 13,5 metros de calado máximo. El nuevo canal permitirá la navegación de buques de hasta 120.000 DWT.

Según los criterios anteriores, se requiere de una infraestructura portuaria bastante más robusta y segura que la actualmente disponible y existente.

De otra parte, para poder determinar la extensión del muelle, es necesario conocer las corrientes, las profundidades actuales y los patrones y niveles de sedimentación que se da en la bahía debido a la influencia del Canal del Dique. De ello, se conoce que la corriente oceánica

penetra (fluye) en la bahía con una dirección de 116° y una velocidad máxima es de 0,6 nudos. Por su parte, la salida (reflujo) se da a 260°. (Ver Figura 2-11)

Figura 2-11 Corrientes y sedimentación en la Bahía de Cartagena



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

Como consecuencia del proceso de sedimentación, el fondo de la bahía de Cartagena está cambiando su morfología. Así, la Universidad del Norte de Barranquilla (2001) mediante contrato con el Ministerio de Transporte, encontró diferencias relevantes entre los estudios batimétricos de 1935 y 1999, que indican que la bahía de Cartagena está reduciendo su profundidad de una forma dramática.⁷

De igual manera, recientes estudios batimétricos realizados por MECOR para Reficar en el área marina en frente de Mamonal, (agosto de 2008 y enero de 2009), permitieron establecer diferencias entre 1 y 0,4 metros en las isóbatas de 1 a 12 metros y < 0,5 metros en las isóbatas superiores a 12 metros.

En el desarrollo de estos, se observó que en la medida que el terminal se aleje de la playa en frente de Ecopetrol, la acción de sedimentación disminuye. También se determinó que al frente de las instalaciones de EXXON MOBIL, a una distancia de 0,2 millas existe un aumento en el patrón medio de sedimentación de hasta 1.0 m., mientras que a 0,5 millas de la playa la sedimentación disminuye a 0,50 m.

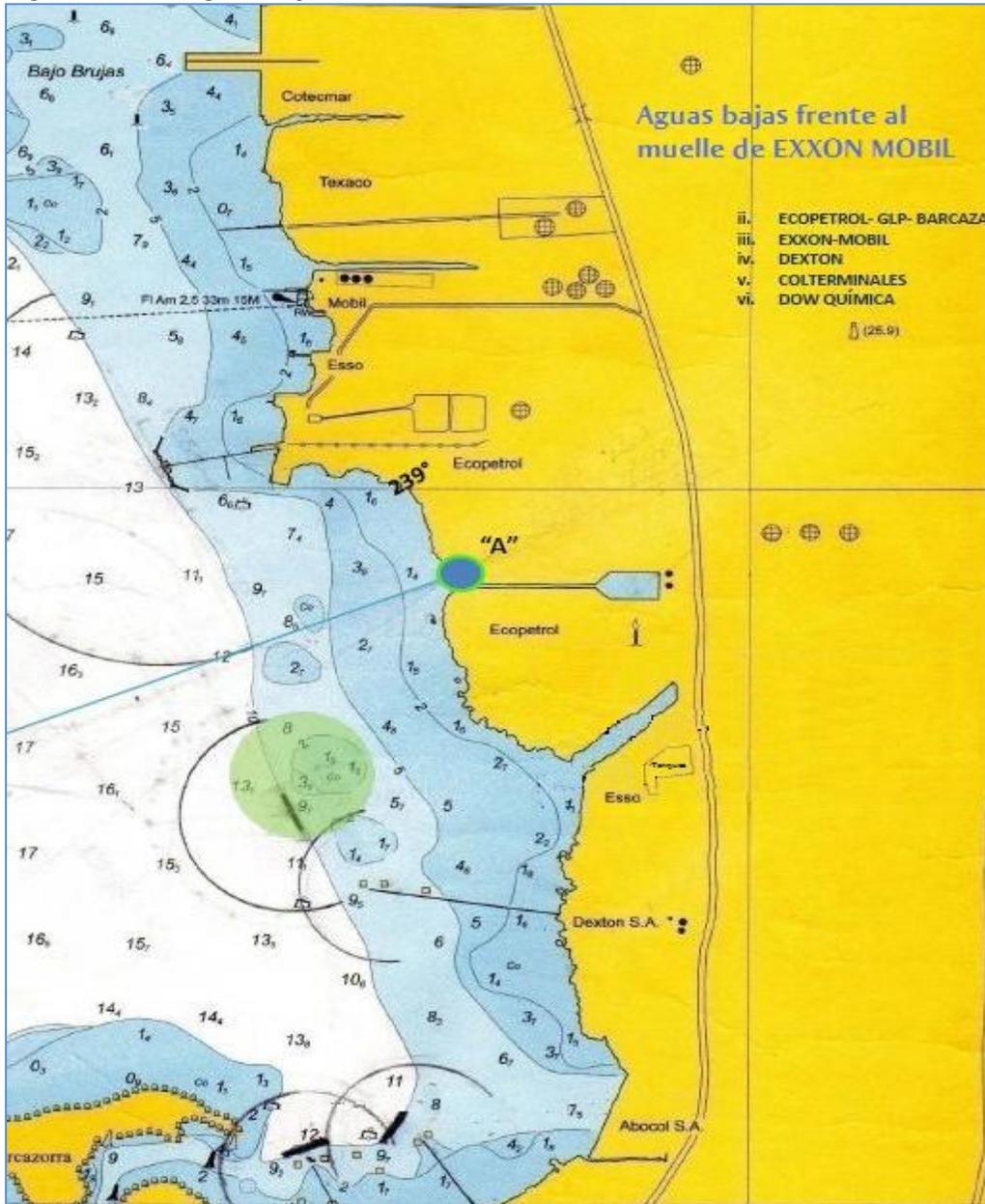
De igual manera hacia el costado NE, a unos 200 m. del muelle de Exxon Mobil, y observando la carta de navegación 264, se ubica un banco de arena de 1,0 m de profundidad, mismo que actualmente se ha transformado en un promontorio pequeño de arena, completamente visible en la superficie, con un diámetro aproximado de 2,0 metros. (Ver Figura 2-12).

El comparativo entre la carta de navegación 264 y el sondeo realizado el 17 de enero de este año, registran variaciones en la profundidad media de 0,40 metros en cuatro años.

Por otro lado, el problema de sedimentación en la bahía de Cartagena es bien conocido, aunque no se conozca plenamente su dinámica. Investigaciones ambientales sobre dichas materias han determinado que la actual tasa de sedimentación es de 1.337.176 m³ por año (Universidad Nacional de Colombia, 2007). Esta situación se genera básicamente por la disposición de grandes cantidades de sedimentos provenientes del Canal del Dique, que se encuentra ubicado al sur de la bahía (sector de Pasacaballos).

⁷ Universidad del Norte de Barranquilla (2000). Manejo de los sedimentos de la desembocadura del canal del Dique en la Bahía de Cartagena – Una primera aproximación sobre la viabilidad del uso de las lengüetas de Pasacaballos. Facultad de Ingeniería civil. Barranquilla, Colombia.

Figura 2-12 Aguas bajas – muelle de Exxon – Mobil



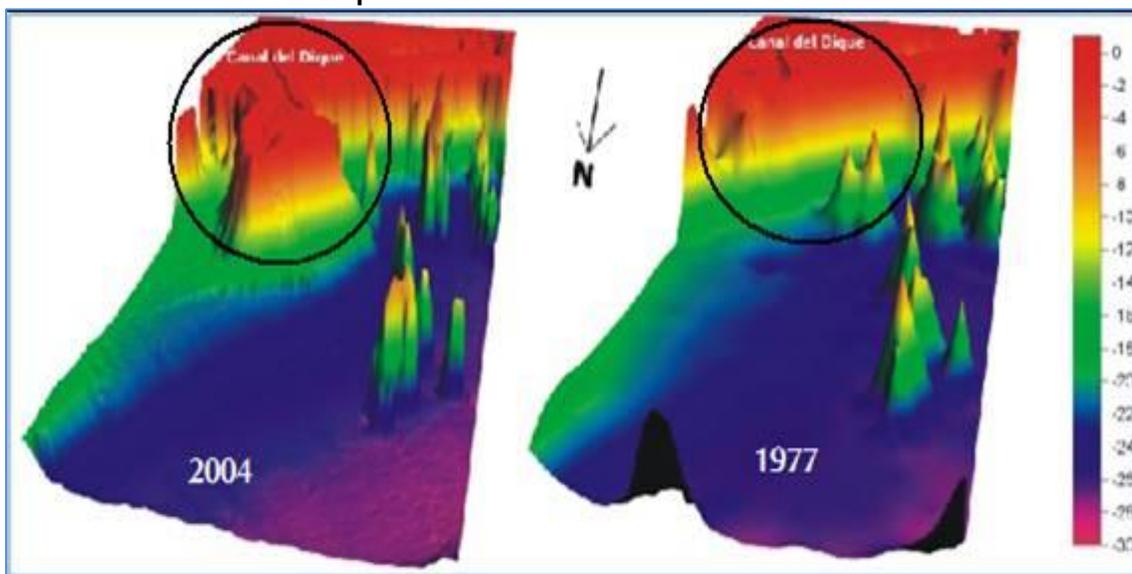
Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

En general, la actual entrada del canal del dique a la bahía tiene una orientación de 116° (CIOH, 2004) con respecto al norte, lo que permite una intervención directa del flujo de agua descargada por el Canal del Dique en la bahía. Esta situación genera que la pluma de sedimentos se oriente

fundamentalmente hacia el noreste de la bahía, aumentando el proceso de sedimentación hacia estos sectores.

La siguiente figura ilustra el proceso de disposición de sedimentos en una Vista 3D en perspectiva del área de la bahía de Cartagena frente a la desembocadura del canal de Dique, a partir de los levantamientos batimétricos del 2004 (izquierda) y 1977 (derecha). El eje vertical es exagerado para resaltar las variaciones.⁸

Figura 2-13 Perspectiva en 3D del área de la Bahía de Cartagena a la desembocadura del canal del Dique



Fuente: Boletín científico No 22, CIOH – Aspectos morfodinámicos de la Bahía de Cartagena, p. 98

En función de lo descrito, para el correcto funcionamiento del Terminal Portuario de Reficar, conforme se sugirió previamente, será necesario a futuro tener en cuenta la necesidad de planear el desarrollo de operaciones de relimpia ; no obstante, estas operaciones deberán mantenerse al mínimo, y se reconoce que dada la localización prevista del terminal, el tipo de dragado necesario para estas áreas, corresponde a una relimpia de mantenimiento de bajos volúmenes en los primeros años (dependiendo de las intervenciones que para los efectos desarrolle el Ministerio de Transporte) , y en consecuencia, se deberá tomar en cuenta todas las precauciones del caso para afectar al mínimo el ambiente marino.

⁸ Boletín científico No 22, CIOH – Aspectos morfodinámicos de la Bahía de Cartagena, p. 98. 2004

Un razonamiento más para determinar el largo de la pasarela, fue el viento, el cual durante los meses de noviembre a mayo, se presentan desde el norte, y pueden alcanzar una velocidad de hasta 36 nudos, especialmente en las horas de la tarde y la noche. Entre los meses de mayo y noviembre los vientos son variables y suaves; comienzan desde el sur-sureste en la mañana, luego al sur-suroeste, oeste y finalmente al norte en horas de la tarde, con velocidades de hasta 18 nudos. Durante esta época del año, los períodos de lluvia tienden a ser frecuentes, por lo general con tormentas locales de corta duración, especialmente en las primeras horas del día, durante el cual el viento puede alcanzar velocidades de hasta 55 nudos, con dirección sur-suroeste, con una duración máxima de 45 minutos, siendo así que en función de los tamaños de buque previstos y las maniobras de operación a desarrollar para el caso del terminal, su localización resulta por mucho, más segura que si se redujera a un sitio más cercano a la línea de playa.

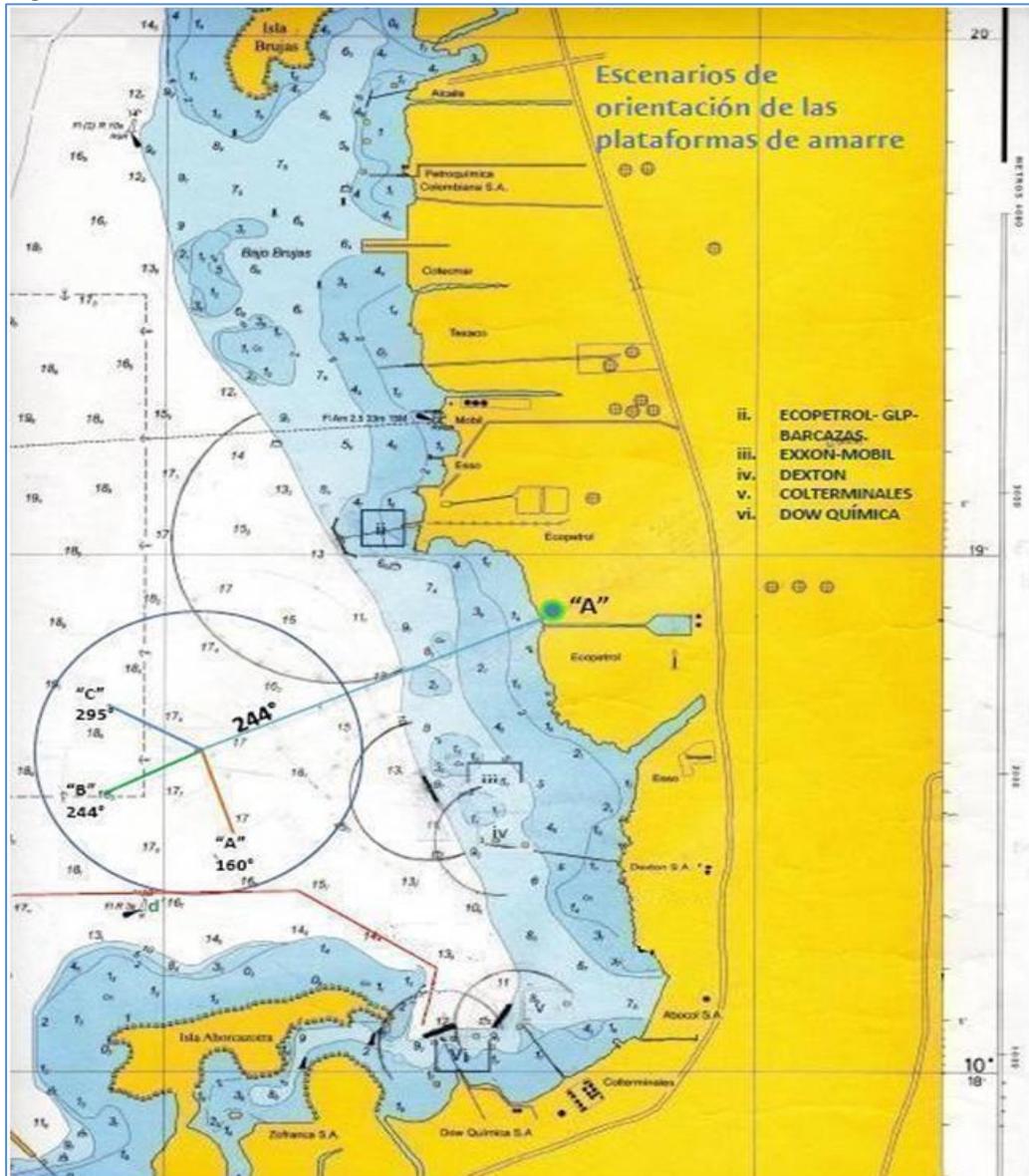
Como conclusión de la extensión del nuevo Terminal Portuario para Reficar y dado que el tamaño máximo de los buques que operarían en el mismo está entre 120.000 y 180.000 DWT, la profundidad del muelle de atraque no puede ser inferior a 17 y 19 metros, respectivamente, siendo esto coherente con los planes de expansión del canal de acceso a la Bahía de Cartagena, pero en el evento de que la tasa de sedimentación registrada en estos últimos tres años continúe en el lado este de la bahía, las profundidades de 15 metros en los muelles actuales de Ecopetrol se perderá a la misma tasa de crecimiento de la sedimentación, que como se anotó, es de aproximadamente 0,60 metros cada dos años.

Por lo anterior y a fin de dar solución a este proceso, se determinó que el proyecto se construya con un azimut del Muelle de 244° hasta los 17 metros de profundidad, y un largo del muelle para ese calado, como ya se mencionó, de aproximadamente 1.125 metros. Así, el nuevo Muelle no traslapa ninguna zona de maniobra y ofrece la posibilidad de atraque para buques de hasta 180.000 DWT.

4. *Configuración del nuevo muelle de amarre (muelles 1 y 2):* Ya analizada la pasarela del muelle, se debe determinar el muelle de amarre para los muelles 1 y 2, para lo cual se analizaron tres esquemas como sigue: (Ver Figura 2-14).

- Escenario A: El amarre tendrá un azimut 160° de orientación.
- Escenario B: El amarre tendrá un azimut 244° de orientación.
- Escenario C: El amarre tendrá un azimut 295° de orientación.

Figura 2-14 Escenarios de la orientación de la plataforma de amarre



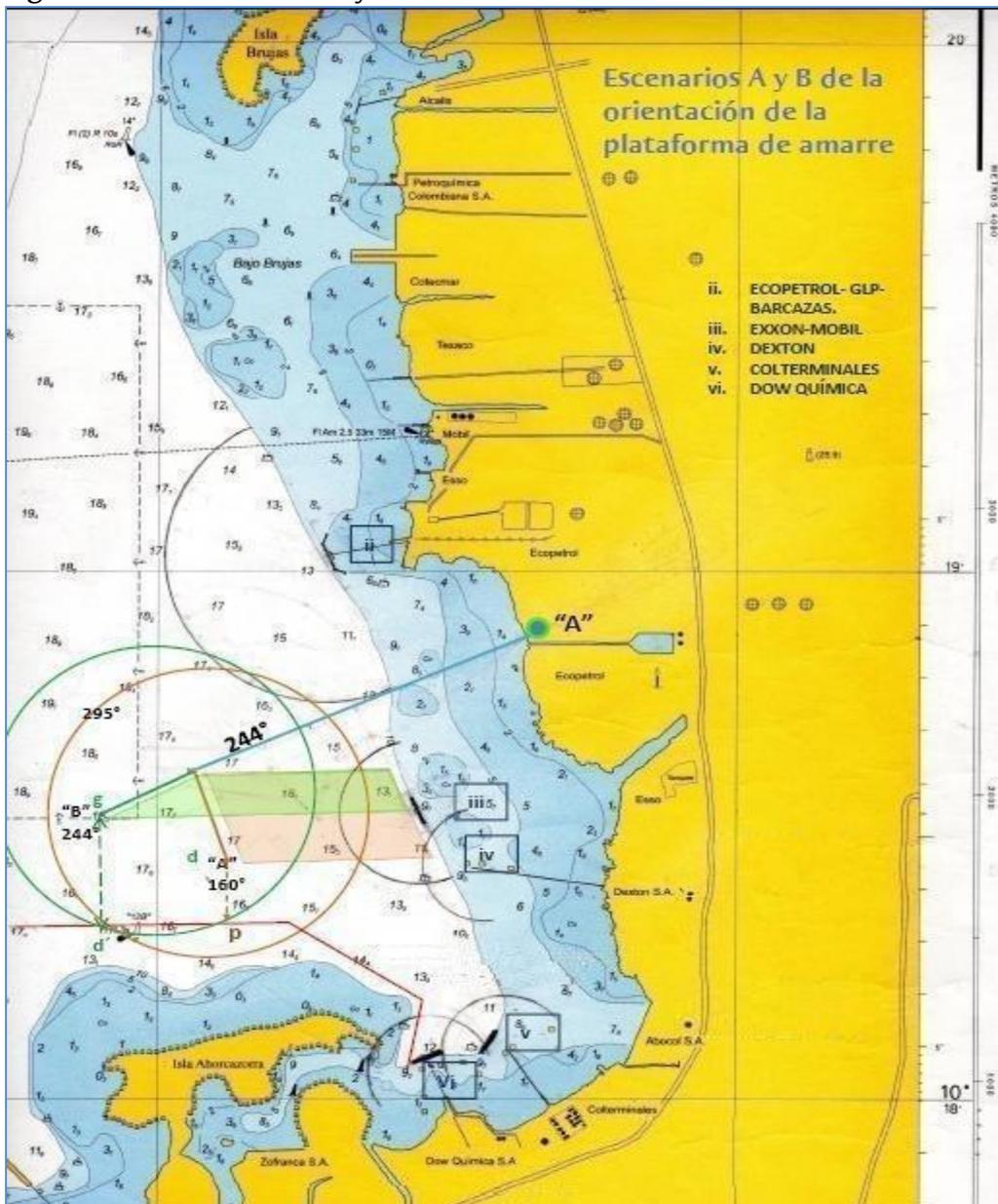
Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

Para los fines previstos y con el fin de cubrir la máxima capacidad de exportación de la Refinería de Cartagena, en términos de cantidad y aumento en el número de buques al mes, se diseñó un muelle que cubra el tamaño de los buques a futuro, esto es 290 metros de pasarela orientada en los azimut previstos, luego unos 124 m en una orientación diferente que correspondan al final de la pasarela y unos 30 metros más para la plataforma de atraque.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Las propuestas para orientar a la plataforma de atraque entre el azimut de 160 ° a 244 ° fue descartada por interferir directamente sobre el área de maniobra del muelle de Exxon Mobil y Dexton (Ver Figura 2-15).

Figura 2-15 Escenarios A y B de la orientación del muelle de amarre



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

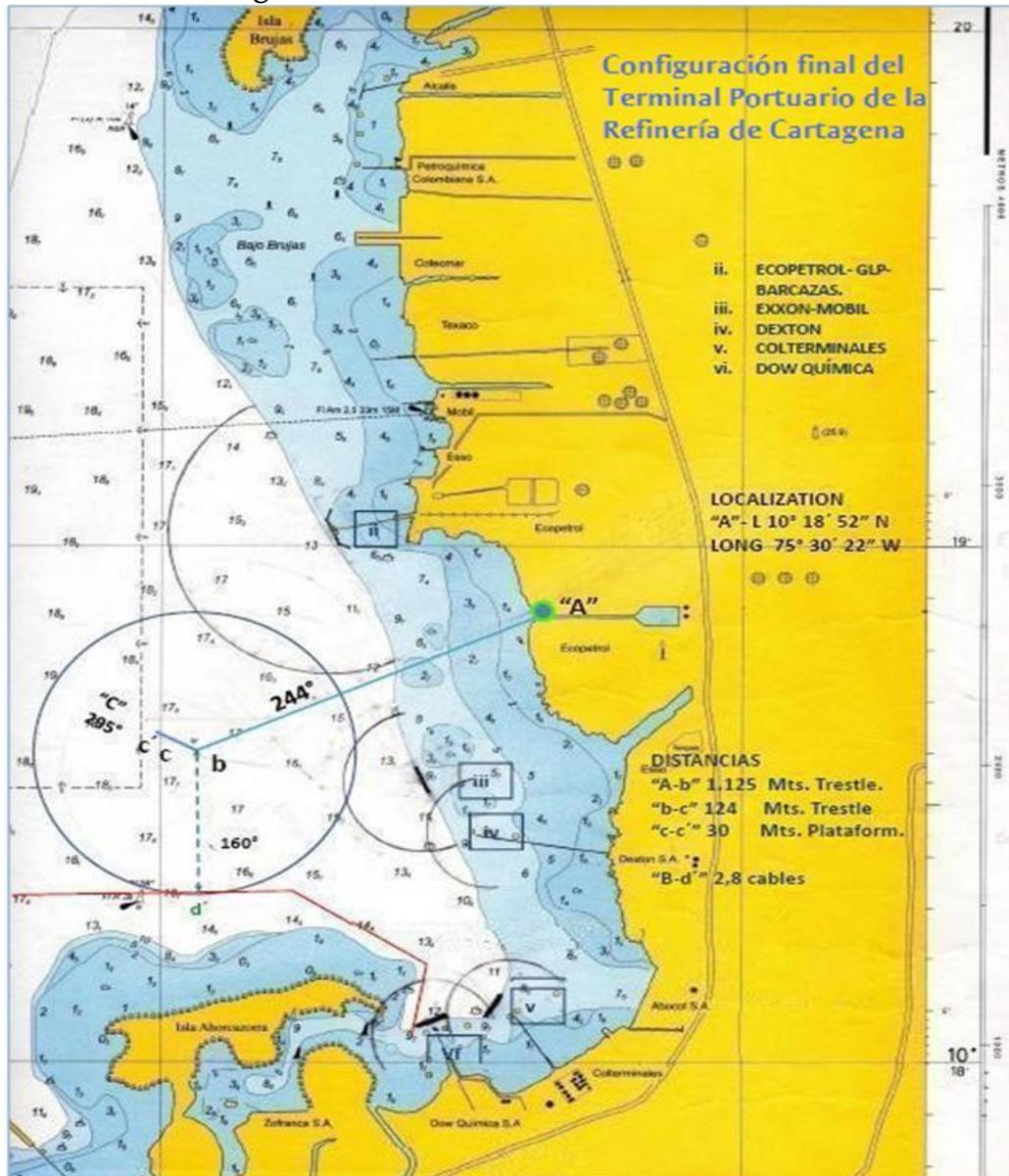
Por ello la orientación de 295° fue elegida para la plataforma de amarre, debido a que la maniobra de los buques es mucho más segura, la aproximación visual al muelle de Exxon-Mobil se expande, el viento afecta al mínimo la sección transversal de la buques durante las maniobras de atraque y desatraque en la nueva plataforma, mejoran las condiciones para una maniobra de emergencia en el nuevo muelle y se amplían las aguas de maniobra de aproximación a los muelles del sur.

5. *Evaluación de las maniobras por el piloto.* Finalmente, la evaluación de las maniobras por un piloto experto, son necesariamente obligatorias, y en ese sentido, se observa que la alineación de 295° de la plataforma de amarre para el nuevo muelle permite:

- Un Posicionamiento del buque de manera fácil y segura con el fin de definir la ruta y alineación de aproximación,
- Realizar las dos operaciones de posicionamiento y alineación en forma segura,
- La visibilidad para la aproximación se puede tomar 2 millas antes de la llegada,
- Permite una operación eficiente y segura para los remolcadores de soporte,
- Hay columna y espejo de agua suficientes para el alineamiento del buque, las maniobras de aproximación y el atraque,
- Para una mayor seguridad durante las maniobras (dado el tamaño de los buques) y ante la baja maniobrabilidad durante el tiempo de parada de las máquinas de atraque, es obligación ofrecerle al buque más condiciones y prácticas de seguridad. Por ello, la distancia entre el nuevo muelle interior, y el muelle de Ecopetrol es de 0,5 millas. Con respecto a la longitud máxima de los buques de 230 m y un promedio de 290 m para el futuro, hay espejo y columna de agua suficientes para maniobrar con seguridad,
- Instalaciones para una salida de emergencia. El ángulo formado por la "pasarela", junto con la "plataforma de atraque", es 129°. Este ángulo ($> = 90^\circ$) permite al piloto calcular la distancia y la posición del buque con una mayor precisión durante la aproximación. Esta evaluación es válida y necesaria para las maniobras de atraque alrededor de todo el muelle.

De esa forma y una vez adelantado el análisis de las alternativas planteadas, tanto para la pasarela como para el muelle de amarre, el escenario final para la construcción del puerto corresponde al de un azimut de 244° y una longitud de 1.125 m, que va desde el borde de la playa o punto A, con coordenadas Latitud 10°18'52" Norte y Longitud 75° 30'22 Oeste , logrando un calado para el puerto de 17 metros, 290 metros de pasarela orientada en el azimut de 295°, luego unos 124 m en una orientación diferente que correspondan al final de la pasarela y unos 30 metros más para la plataforma de atraque. (Ver Figura 2-16).

Figura 2-16 Configuración seleccionada para el Terminal portuario de la Refinería de Cartagena



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

Así mismo las recomendaciones para la operación del puerto, demandan que la navegación y maniobras de atraque entre la Refinería de Cartagena y el muelle de Ecopetrol "RE" sean una a la vez y nunca al mismo tiempo; lo mismo ocurre con el muelle de Exxon – Mobil, de forma tal que las comunicaciones por radiofrecuencia entre los tres muelles deberán ser la misma para las

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

maniobras de atraque y salida. Vale la pena resaltar que esta es una práctica común en muelles adyacentes, como es el caso de la operación de los muelles de DEXTON y EXXON-MOBIL.

De igual forma y para elevar los niveles de seguridad portuaria a cargo de Reficar, las maniobras de atraque y salida deberán hacerse con un mínimo de dos remolcadores.

De igual manera y consecuentemente con los trámites necesarios para el otorgamiento de la concesión portuaria correspondiente, se hace necesario solicitar a DIMAR cambiar el área de anclaje en la parte frontal de Ecopetrol, de manera que para este propósito, se considera que, la zona "E", de fondeo para los buques, (presente en la carta de navegación 264) ubicada al sur de la bahía de Cartagena es suficiente. Paralelamente y para los fines de la operación futura.

Ya seleccionada la orientación del terminal portuario, y con el fin de ofrecer la mejor ilustración acerca de la posible operación del mismo en la Bahía de Cartagena, se procede a describir la fase de la construcción, teniendo en cuenta lo requerido en los términos de referencia del caso. Para ello, las características generales de diseño del terminal portuario se corresponden con las siguientes consideraciones:

1. *Consideraciones de diseño para el manejo de Petcoque y Azufre sólido.* Como es de conocimiento del MAVDT, según se indicó en el EIA presentado en agosto de 2008 (Capítulo 2), la Refinería producirá dos tipos de coque de petróleo o Petcoque: *ánodo grade coque* y *fuel grade coque*. Sin embargo, un solo tipo de Petcoque estará en producción a la vez. Las tasas de producción serán de 1.950 ton/día para el tipo ánodo y 2.600 para el fuel grade coque. Por otra parte la producción promedio de Azufre sólido se estima en 250 ton/día. Por tanto, el Terminal tendrá una capacidad de manejo de aproximadamente 1.000.000 toneladas métricas de Petcoque al año y 109.000 toneladas métricas de Azufre sólido al año.

El Terminal dispondrá de un muelle marítimo que permitirá la carga de buques a una rata de carga de 2.250 ton/hora para Petcoque y 650 ton/hora para el Azufre. De acuerdo a las cantidades de Petcoque y Azufre a producir y a almacenar, se prevé la carga de 24 buques de Petcoque anualmente con capacidades de carga entre 30.000 y 70.000 toneladas métricas y 12 buques de Azufre sólido con una capacidad de carga de hasta 15.000 toneladas⁹.

Para ello, el Terminal dispondrá de un sistema de tolvas cubiertas y bandas transportadoras encapsuladas, el cual permitirá el acarreo de los subproductos producidos en la refinería, hasta dos bodegas cerradas para el manejo del Petcoque y un patio de acopio para el Azufre sólido, donde serán almacenados y posteriormente transportados hacia el muelle de carga por un

⁹ Esta no obstante podría verse ampliada en la medida en que se decida por Ecopetrol movilizar el coque que se estima producir en la refinería de Barrancabermeja, producto de la modernización en curso de dicha planta.

sistema de tolvas y bandas cerradas, a fin estar al nivel del estándar propuesto por el Decreto 3083 del 15 de Agosto de 2007 emitido por el Ministerio de Energía y Minas que aunque no aplica a este proyecto, dispone que todo sistema de bandas transportadoras, así como el dispositivo de carga de barcos o *shiploader*, sean completamente cerrados, evitando de esta forma el escape de partículas finas en suspensión al ambiente.

Respecto de las bases de diseño del sistema de solidificación del Azufre, este sistema incluye la operación de una Unidad de Prillado, que recibe el azufre líquido del tanque de azufre del TM. El azufre granulado resultante, se dispone en un área de almacenamiento cercana, y luego es cargado en buques para su exportación.

Para efectos de recolectar las aguas residuales, también se contará con un pozo de retención.

Tabla 2-11 Base de Diseño para la solidificación del Azufre.

Propiedades del Material	
Material	Azufre Prillado (estado sólido granular)
Densidad	50-60 lb /ft ³
Tamaño de gránulos	Hasta 1/8"
Angulo de reposo	29°
Capacidad de producción	Diseño 274 tmpd
Tasa de producción anual	Operando 150 tmpd
Área de almacenaje del prillado	12 ton/h
Transporte del almacenaje al cargador de buques	650 ton/día
Capacidad de la Banda	
STC-01 (unidad de prillado a apilador)	Tamaño de Banda = 18"
	Velocidad = 0.54 m/s
	Tasa de capacidad = 27 t/h
	Capacidad de diseño = 36 t/h
STC-02 (apilador)	Tamaño de Banda = 18"
	Velocidad = 0.54 m/s
	Tasa de capacidad = 27 t/h
	Capacidad de diseño = 36 t/h
Cargadores frontales (2)	400 t/h
Tolvas (2)	400 t/h
SRC-03 bandas de tolvas	Tamaño de Banda = 48"
	Velocidad = 1.32 m/s
	Tasa de capacidad = 820 t/h
	Capacidad de diseño = 1100 t/h

Propiedades del Material	
	Longitud= 370'
	Pendiente = 18'
SRC-04	Tamaño de banda = 48"
	Velocidad = 1.32 m/s
	Tasa de capacidad = 820 t/h
	Capacidad de diseño = 1100 t/h
	Longitud = 250'
	Pendiente = 30'

Fuente: Reficar, 2009. CSHS instalaciones de manipulación de Azufre Refinería de Cartagena Reficar, MECOR, 2009.

Figura 2-17 Planta Típica de solidificación de Azufre.

Fuente: Reficar, 2009. CSHS instalaciones de manipulación de Azufre Refinería de Cartagena Reficar, MECOR, 2009.

2. *Consideraciones de diseño para el manejo del Azufre líquido.* El objetivo del diseño de las instalaciones de manipulación de azufre de Mecor, es proveer una tubería acoplada, que permita el flujo de azufre líquido al área del Terminal Marítimo, donde éste puede ser prillado, o cargado en carro-tanques como producto de exportación. Este desarrollo contará con los elementos, a saber: tubería, tanque de almacenamiento, bombas de transferencia, unidad de prillado, grilla de carga e instalaciones de apoyo, que proporcionarán una optimización en la línea de procesos, aumentando la productividad y reduciendo los impactos ambientales generados por la operación.

El sistema de tubería de azufre líquido, se origina en la conexión cerca de las unidades 120 y 121 de la nueva configuración de la refinería de Cartagena, la cual está bajo construcción por parte de CB&I. En la configuración actual, la tubería tiene una longitud aproximada de 2,4 kilómetros, lo cual permite dirigir el azufre líquido a las inmediaciones del Terminal Marítimo (TM) de Reficar. En el área del TM, se ha considerado la distribución de: un Tanque de Azufre líquido, Bombas de Transferencia de Azufre, Grillas de Cargue de Azufre Prillado y Líquido; como parte integral de sus instalaciones. En ese sentido, los parámetros claves de diseño de éste sistema son:

- Diseño de producción de azufre líquido de la refinería – 274 TMPD o 11,43 TMPH (toneladas métricas por hora).
- Producción promedio de azufre líquido de la refinería – 183 TMPD o 7.63 TMPH.
- Capacidad de almacenamiento de azufre de la refinería - 7 días.
- La distribución de la refinería permite la construcción de una grilla o plataforma de cargue dentro de los límites de la misma.
- Propiedades del azufre líquido de la refinería: desgasificado <10 PPMw H₂S, 1.78 S.G., 280-300 F, rango de viscosidad 9-15 cps.
- Flujo de diseño de la tubería de azufre – 16.30 TMPH
- Bomba para suministrar 70 PSIG de presión en el punto de quiebre entre Reficar/TM.

- Tubería de azufre, para utilizar vapor contra – trazas de elementos.
- El área del Terminal Marítimo (TM) deberá incluir: tanque de Azufre, Bombas, Grilla de Cargue de Azufre Líquido, Unidad de Prillado, Pozo y Almacenamiento de Azufre Sólido.
- El tanque de almacenamiento de Azufre del TM estará diseñado para 2 días de almacenamiento.
- Las bombas de transferencia del TM, serán diseñadas para bombear azufre prillado o líquido, de la grilla de cargue.
- Flujo de diseño, líquido, a unidades de prillado – 12 TMPH, y 4 TMPH para cargue de carrotanques.

3. *Consideraciones de diseño para el manejo de Petróleo crudo.* El Petróleo crudo será transportado hacia la Refinería mediante una tubería de 42 pulgadas de diámetro y será descargado de los buques tanque a una rata de hasta 20.000 barriles por hora. Se estima la descarga de unos 120 buques/año, de entre 350.000 y 595.000 barriles de capacidad, totalizando un volumen importado de 40.000.000 de barriles de Petróleo crudo al año.

Como se menciona, el muelle estará en capacidad de atender buques de hasta 595.000 barriles, que corresponden a buques de 85.000 Toneladas de Peso Muerto o DWT: no obstante, el muelle será diseñado para resistir los esfuerzos de buques de hasta 180.000 DWT, que corresponden a tanqueros de hasta 1.000.000 barriles de capacidad. Este lineamiento de diseño se ha tomando en cuenta previendo las futuras ampliaciones del Canal de Bocachica, el cual da acceso a la Bahía de Cartagena. Actualmente este canal solo permite el acceso a la bahía de buques de hasta 85.000 DWT con calados de 13 m, pero se tiene prevista su ampliación por parte del gobierno colombiano para permitir el acceso de buques de hasta 17 m de calado que corresponden a buques de 120.000 DWT.

4. *Consideraciones de diseño para el manejo de Diesel de ultra bajo contenido de Azufre o ULSD.* De otra parte, el muelle estará en capacidad de exportar aproximadamente unos 25.200.000 barriles de Diesel de ultra bajo contenido de Azufre o USLD por año, mediante el uso de una tubería de 24 pulgadas de diámetro. Esta tubería seguirá el mismo corredor de la tubería de petróleo crudo proveniente de la Refinería. La rata de carga de buques en el muelle será de 20.000 barriles por hora, exportando anualmente unos 84 buques con capacidad de 300.000 barriles cada uno.

5. *Consideraciones de diseño para el manejo de amoniaco.* El amoniaco será exportado/importado desde los tanques de almacenamiento de la Empresa Abocol y el Muelle marítimo, mediante una tubería de 10 pulgadas de diámetro y a una rata de bombeo promedio de 1000 toneladas por hora. La tubería de amoniaco accederá al Terminal siguiendo el mismo corredor de servidumbre que emplea dicha empresa a través de la Refinería. A través del muelle se estima manejar unas 151.200 toneladas de amoniaco, para lo cual se prevé atender unos 24 buques por año con capacidad de entre 5.000 y 10.000 toneladas métricas.

6. *Consideraciones de diseño para el muelle Roll on Roll Off ó Ro-Ro.* La principal consideración de diseño del muelle Roll on Roll Off, se refiere a las operaciones de carga pesada, las cuales ingresarán en buques a la bahía de Cartagena, por el canal de Boca Chica, y atracarán en el Terminal de Reficar (cerca al canal de la Dársena que en la actualidad está utilizando ESSO, y anteriormente por ECOPETROL). Las instalaciones de RoRo propuestas se localizarán en el área del Canal de la Dársena. El Terminal de atraque de carga pesada, estará ubicado en aguas profundas a unos 1,000 – 1,500 metros de las instalaciones propuestas. Una barcaza de servicios se desplazará constantemente entre las instalaciones portuarias y el buque de carga pesada. CB&I será responsables de operar y supervisar la operación de la barcaza de servicios.

Todos los equipos serán transportados desde los dos muelles hacia la refinería por la entrada principal, antes de llegar al punto de construcción mediante la Avenida 3 dentro de las instalaciones de la refinería.

El alcance del trabajo que será adelantado por Mecor incluye: la relimpia de una porción del lecho marino cerca a la Dársena, con el objetivo de acomodar las barcasas, así como las instalaciones de RoRo, y la ruta de transporte desde las instalaciones RoRo por el Terminal y Refinería (Avenida 3), hasta el lugar de construcción de la ampliación de la refinería.

Por lo anterior, las fases del proyecto se resumen así:

1. *Construcción*

- Trabajos preliminares. Previo a la construcción es necesario realizar una serie de actividades para garantizar el éxito de la construcción del proyecto. Entre las cuales destacan:
 - Movilización de equipos y materiales,
 - Construcción de oficinas y áreas de trabajo temporales, de apoyo a la construcción, que estará localizado en el área donde se construirán las bodegas de almacenaje de coque del petróleo.
 - Instalación de servicios temporales (electricidad, agua, etc.).
 - Construcción de accesos.
 - Relimpia del área cercana a la Dársena.

2. *Construcción de Obras Civiles.* Dentro del conjunto de obras civiles que se requiere construir, pueden señalarse como las más importantes las siguientes:

- Obras preliminares:
 - Replanteo o establecimiento de puntos de control vertical y de control horizontal, coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator) o geográficas.



- Limpieza de terreno o corredor para el desarrollo de bases, fundaciones y pilotes de la torre de transferencia TT05, paso de maquinarias y grúas de elevación.
- Movilización de los equipos de construcción hasta el lugar de la obra, incluyendo barcasas y embarcaciones de apoyo.
- Movimiento de tierra:
 - Retiro de horizonte orgánico del suelo: se refiere al retiro del horizonte superficial no apto para la construcción de base y sub-bases en las áreas donde se desarrollará la torre de transferencia, torres de soporte y columnas de apoyo de la galería tubular que conformará el inicio del muelle en el área terrestre.
 - Excavación para fundaciones.
 - Transporte de material sobrante a botaderos y escombreras autorizadas.
- Construcción de estructuras y obras preparativas:
 - Apertura y entubamiento de zanjas.
 - Estructura de soporte y columnas.
- Hincado de pilotes. Los pilotes para la construcción de la plataforma de acceso o *trestle*, la plataforma de servicios, la plataforma del *shiploder* y las plataformas de los duques de amarre y atraque, serán hincados utilizando una barcaza especialmente acondicionada para tal fin. El proceso de hincado puede variar, dependiendo de la conformación del suelo marino (arena, roca, etc.) Será necesario hincar aproximadamente unos 629 pilotes de 60 cm de diámetro, distribuidos entre: pasarela de acceso, tres plataformas de carga y sistemas de atraque y amarre para buques, remolcadores y barcasas.
- Construcción de la infraestructura de concreto
 - Fundaciones y pedestales.
 - Cabezales de pilotes.
 - Vigas, tirantes, muros y fundaciones de pared.
 - Losas de fundación.
- Construcción del sistema de drenajes necesario para la captación, conducción, y disposición de las aguas recolectadas en el interior de las galerías, en las torres de transferencia y en el shiploder.
 - Sumideros.
 - Bombas
 - Tuberías.

- Sistemas de tuberías contra incendio.

3. *Construcción de Obras Mecánicas.* Las actividades consideradas en este concepto incluyen:

- Movilización de equipos y maquinarias hasta los sitios de emplazamiento. Igualmente incluye la nivelación y orientación de los equipos.
- Instalación de obras de acero estructural: Esta actividad requiere de la movilización de grandes cantidades de material y mano de obra, e implica la soldadura e instalación de las láminas, perfiles estructurales, tolvas, etc. La mayor parte de las acciones referida a esta actividad se asocia a la instalación del sistema de transferencia de coque del petróleo y Azufre (banda transportadora, torres, tolvas, base del *shiploader*, soportes de tuberías, etc.), los soportes de tuberías de crudo, USLD, diesel, amoniaco y servicios. Básicamente, son cerchas de soporte de altura variable, sobre la cual se apoyará la galería tubular de la banda transportadora, las escaleras de accesos, los sistemas de ventilación, etc.
 - Construcción de puentes para tuberías.
 - Soportes para tuberías y válvulas.
 - Escaleras, plataformas y accesos.
 - Estructura metálica base del sistema de carga *shiploader*
 - Soportes y apoyos de los sistemas de bandas transportadoras.
- Instalación de tuberías:
 - Fabricación de tuberías y accesorios.
 - Transporte y colocación de tuberías (amoniaco).
 - Instalación de válvulas y accesorios de control y medición de flujo.
 - Instalación de *loops* de dilatación.
- Instalación de bombas y conexiones a sus respectivas líneas de flujo.
- Revestimientos:
 - Limpieza de tuberías.
 - Recubrimiento interno y/o externo de tuberías y estructuras metálicas de soporte.
 - Prueba hidrostática
 - Aislamiento de tuberías de amoniaco.
 - Aislamiento de válvulas, equipos y accesorios de tuberías.
 - Protección de súper estructura de acero con pintura.

- Instalación de equipos contra incendio, incluyendo los dispositivos de suministro de espuma para el ataque de incendios asociados al manejo de hidrocarburos
- Instalaciones de sistemas de servicios auxiliares:
 - Suministro de aire de instrumentación.
 - Suministro de aire de servicio.
 - Suministro de agua industrial.
 - Drenajes por fluido caracterizado.
 - Instalación para aire acondicionado y ventilación.
- Instalaciones de sistemas de manejo y transferencia de subproductos:
- Instalación de rodillos y sistemas motrices sobre las estructuras de apoyo.
 - Colocación de las bandas de transporte.
 - Instalación de equipos y elementos de control de particulado (tanques, inyectores y bombas).
 - Instalación de sistemas de ventilación, supresión de polvo y colectores de polvo.

4. *Instalación de obras eléctricas y de Instrumentación.* Comprende todas aquellas actividades relacionadas con la instalación de los sistemas de suministro eléctrico, desde su interconexión con la red existente en el Terminal y sus instalaciones conexas. Así mismo, comprende la instalación de aquellos equipos necesarios para el control y monitoreo de los diferentes procesos, servicios y facilidades que se localizarán:

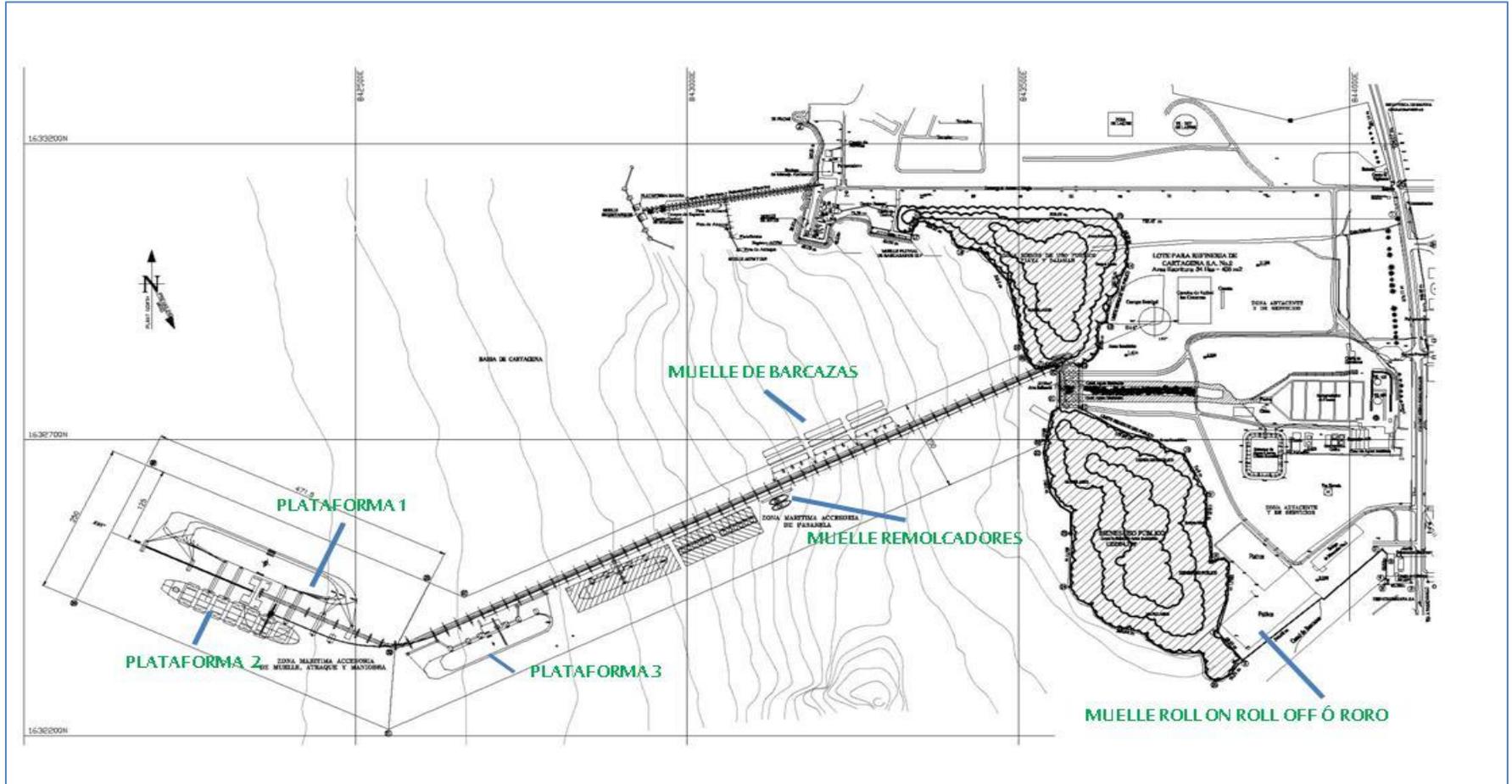
- *Conexión a la línea principal.*
- *Instalación de equipos motriz de impulsión eléctrica.*
- *Instalación de bandejas portacables.*
- *Tendido de líneas de distribución e iluminación.*
- *Instalación de equipos de control.*
- *Conexión de equipos.*
- *Instalación de equipos de instrumentación.*
- *Instalación de consola de control.*
- *Sistema de comunicaciones.*
- *Sistemas de ventilación.*
- *Sistemas de iluminación.*

En ese orden de ideas, la descripción de las infraestructuras portuarias a construir son:

1. Una pasarela (*Trestle*) que permite el acceso desde tierra firme hacia a las plataformas de carga. Esta pasarela tiene una orientación de 244° grados respecto al Norte, lo cual permite una amplia visual de aproximación para los buques que accedan a los Terminales adyacentes, específicamente hacia el Terminal de Exxon - Mobil, ubicado al sur.
2. Dos plataformas de carga que se comunican entre sí, y que permiten la carga de dos buques de manera simultánea, orientada a 295 grados respecto al norte. Estas plataformas permiten atender buques de entre 85.000 y 120.000 DWT, sin embargo se diseñará para que a futuro pueda atender buques de hasta 180.000 DWT. En la plataforma 1 se manejará petróleo crudo, y diesel de bajo contenido de Azufre - ULSD, mientras que en la plataforma 2 se manejarán los productos antes mencionados más coque de petróleo. Esta posición permitirá:
 - Facilidad y seguridad para posicionar el buque a cargar, con el fin de definir la enfilación y ruta de aproximación, de una manera segura.
 - La visibilidad para la enfilación se puede tomar 2 millas antes del arribo.
 - Permite la operación segura y eficiente de los remolcadores de apoyo.
 - Hay suficiente espejo y columna de agua para las maniobras de enfilación, aproximación y atraque.
 - Facilidad para un zarpe de emergencia.
3. Una plataforma de carga con capacidades para atender buques de entre 15.000 a 50.000 DWT. Esta plataforma estará ubicada sobre el extremo suroeste de la pasarela y en ella se manejarán, Amoniaco, petróleo crudo, diesel de bajo contenido de Azufre así como Azufre sólido.
4. Sistema de atraque y amarre de buques (plataformas de carga) remolcadores y barcasas
5. Sistema de manejo de coque de petróleo y Azufre sólido
6. Tuberías de distinto diámetro para la importación y exportación de hidrocarburos y Amoniaco y tuberías de servicio (agua contra incendio, vapor, etc.).
7. El muelle Ro-Ro el cual contará con dos áreas de muelle para el uso de la barcaza de servicios. Uno de los muelles se localizará en el Canal de la Dársena, y el otro se ubicará al norte del anterior, donde se instalará una grúa para el desembarque de la maquinaria pesada.

En la Figura 2-18 se presenta un plano el esquema general del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena y seguidamente se hace la descripción de cada construcción y componente del mismo, conforme el listado de componentes y elementos anteriormente aportado.

Figura 2-18 Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

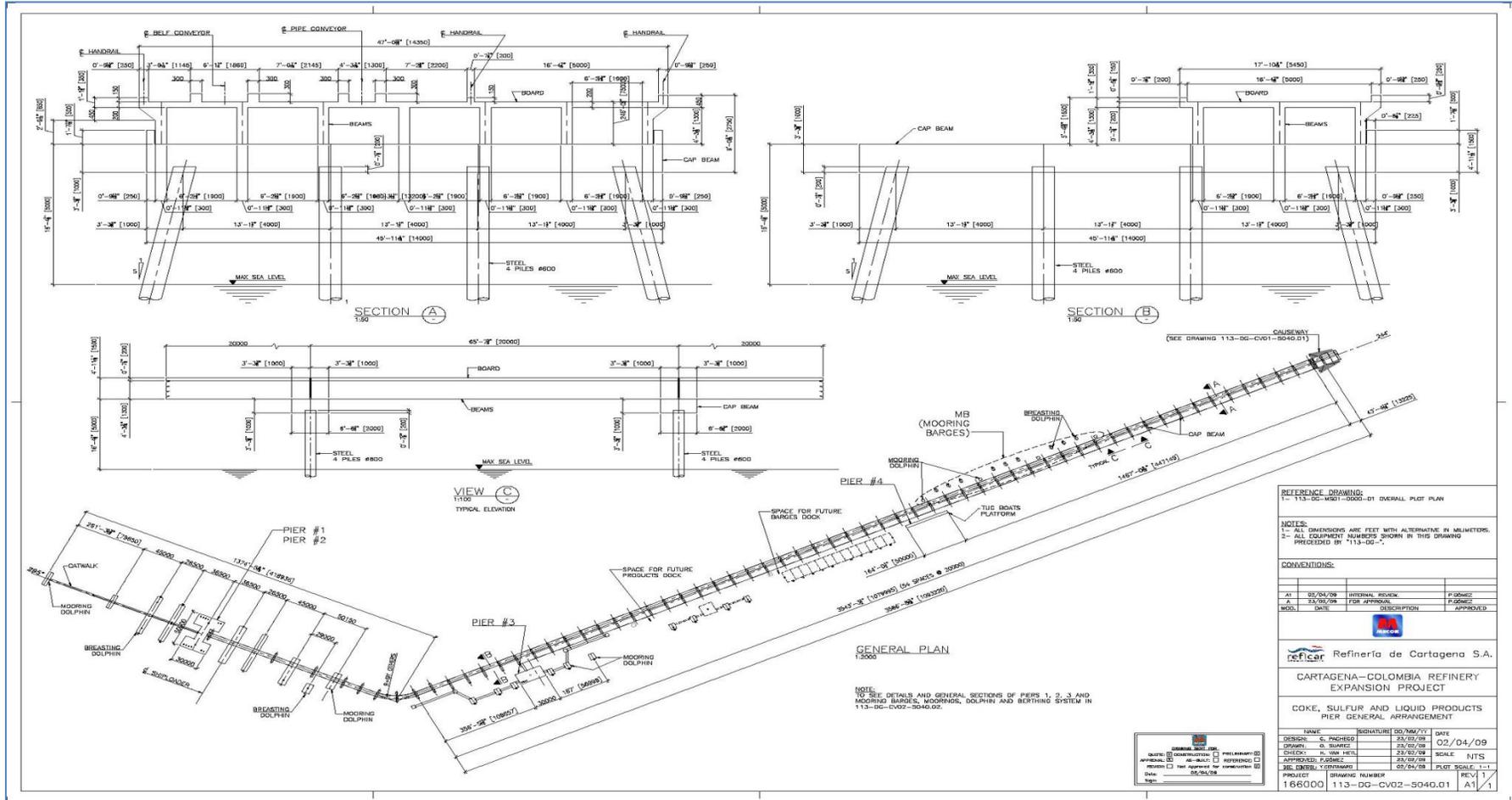
Tabla 2-12 Descripción de la construcción de la pasarela o trestle

Tipo de Instalación	Descripción	Dimensiones y capacidades
Pasarela (trestle)	<p>Consiste en una plataforma de concreto prefabricada, elevada a 5 m sobre la superficie del agua y soportado por un total de 252 pilotes de 60 cm de diámetro y de hasta 50 m de longitud, hincados hasta 30 m de profundidad en el suelo marino.</p> <p>Esta plataforma está constituida por aproximadamente 60 secciones de entre 20 m y 33 m de longitud. Cada sección esta soportada por 4 pilotes en sus extremos. Los cabezales de los pilotes se vaciarán en sitio. Sobre los cabezales de los pilotes se coloca una viga cabezal de 14 m de longitud por 2 m de ancho y 1 m de alto y sobre esta viga se colocan de forma perpendicular, 7 vigas longitudinales de 20 m de longitud, 1,30 m de altura y 0,30 m de ancho, que dan el cuerpo a la sección. Por último se colocan en la parte superior y de manera transversal tableros de concreto sobre las vigas longitudinales, haciendo que la pasarela tenga una sección de 14,35 m</p> <p>En la Figura 2-19 se presentan detalles de la pasarela a construir a nivel de ingeniería conceptual</p> <p>La función principal de esta pasarela es soportar la banda transportadora tubular y encapsulada para coque del petróleo o Petcoque y la banda transportadora cubierta para el manejo de Azufre sólido, las tuberías de importación/exportación de productos líquidos y de servicios (agua contra incendio, aire, agua potable, etc.). De igual forma esta plataforma debe permitir el acceso vehicular a las plataformas de carga para facilitar y agilizar su operación y mantenimiento.</p> <p>Las bandas transportadoras de coque del petróleo y Azufre se ubicaran sobre la plataforma (parte superior) y las tuberías se ubican en la parte inferior de la plataforma, es decir sobre la viga cabezal y entre las vigas longitudinales.</p> <p>De acuerdo a los estudios batimétricos realizados en el sitio, actualmente no es necesario realizar actividades de dragado para la construcción del muelle, su canal de acceso y área de maniobras. Durante la construcción del Terminal se prevé la afectación de 2.500 m² de una área cubierta por vegetación baja y secundaria sobre la línea de costa, donde se construirá el acceso de la pasarela al mar</p>	<p>Longitud: 1340 m</p> <p>Ancho: 14,35 m en su parte superior, (dividido en tres secciones de ancho variable, una para el paso de vehículos y las otras donde se ubicaran las bandas transportadoras de Petcoque y Azufre).</p> <p>Capacidad de carga (vertical): 150 ton/pilote</p>

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.



Figura 2-19 Detalles de la pasarela o trestle



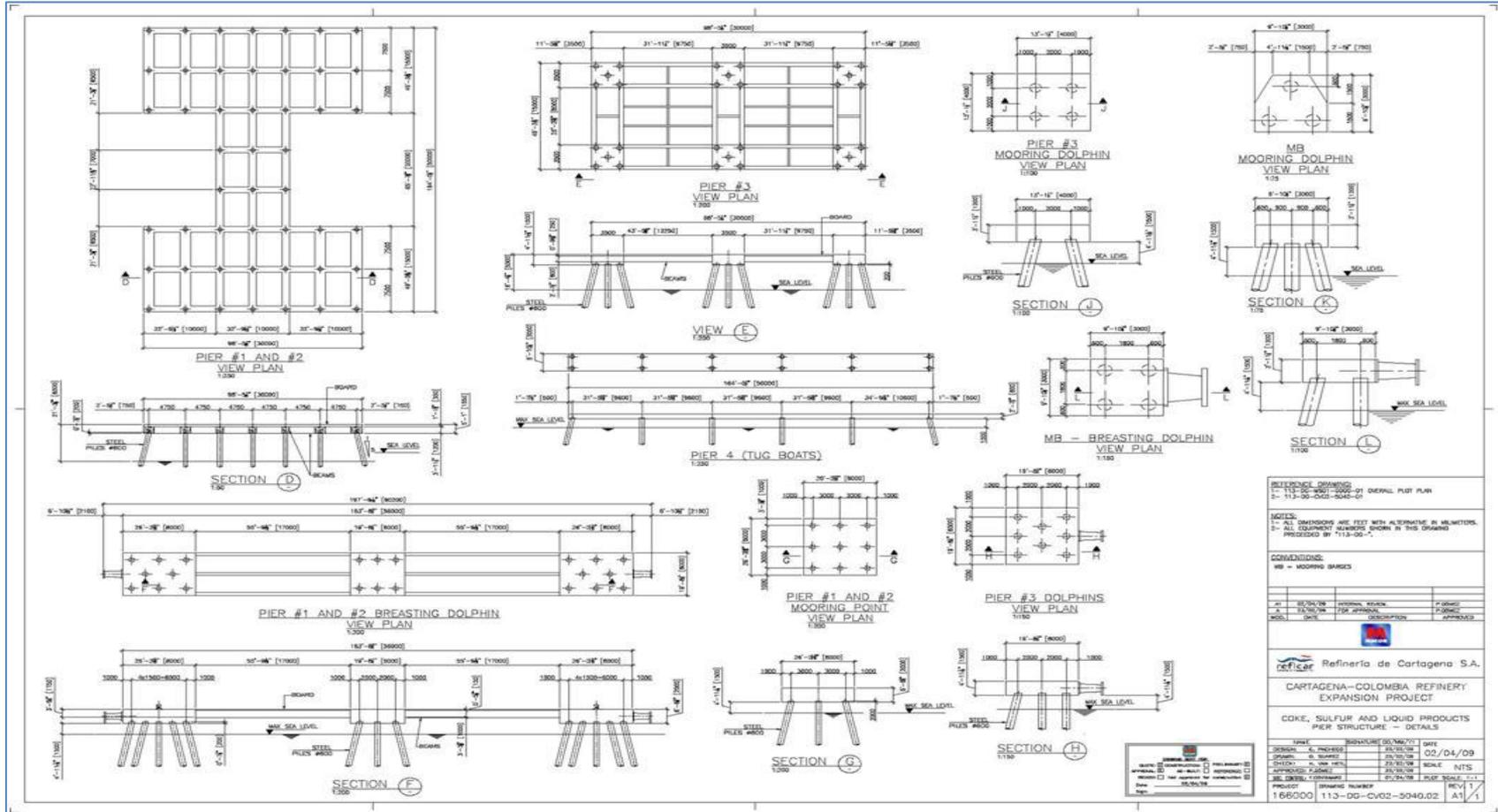
Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Tabla 2-13 Descripción de la construcción de las plataformas 1 y 2

Tipo de Instalación	Descripción	Dimensiones y capacidades
Plataformas de Carga 1 y 2	<p>Estas plataformas están conformadas por una estructura construida con losas o tableros de concreto prefabricados, dispuesta a 6,5 m sobre la superficie del agua y sostenida por un total de 48 pilotes de 60 cm de diámetro hincados en el sedimento marino y con arreglo tal que permita su separación a 4,75 m unos de otros, a excepción de los pilotes centrales, los cuales estarán arreglados a 7 m por 4,75 m.</p> <p>En la Figura 2-20 se presentan detalles conceptuales de estas plataformas de carga.</p> <p>La plataforma 1 soportará las siguientes estructuras de carga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 brazos de carga de 12 pulgadas de diámetro cada uno para petróleo crudo. - 2 brazos de carga de 12 pulgadas de diámetro cada uno para diesel de bajo contenido de Azufre <p>La plataforma 2 soportara las siguientes estructuras de carga:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2 brazos de carga de 12 pulgadas de diámetro cada uno para petróleo crudo. - 2 brazos de carga de 12 pulgadas de diámetro cada uno para diesel de bajo contenido de Azufre - 1 cargador de coque del petróleo cerrado, con descarga telescópica, con capacidad promedio de carga de 2250 ton/hr. <p>Cada brazo de carga de productos líquidos estará dotado de un sistema de cierre automático (Emergency Release System), en caso de cualquier desconexión al momento de la carga.</p> <p>De igual forma ambas plataformas soportaran en forma conjunta las instalaciones para la operación de los distintos brazos de carga incluyendo las instalaciones sanitarias, oficina y los dispositivos asociados al sistema contra incendio.</p>	<p>Longitud: 30 m</p> <p>Ancho: 50 m</p> <p>Capacidad de carga (vertical): 150 ton/pilote</p>

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Figura 2-20 Detalles de las plataformas de carga y sistemas de atraque y amarre



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Tabla 2-14 Descripción de la construcción de la plataforma 3

Tipo de Instalación	Descripción	Dimensiones y capacidades
Plataforma de carga 3.	<p>Consiste en una losa de concreto elevada a 5 m de la superficie del agua y soportada por un total de 30 pilotes de 60 cm de diámetro, agrupados en 6 dados de 5 pilotes cada uno. Cada dado será vaciado en sitio, permitiendo amarrar la cabeza del pilote y las losas que conforman el piso de la plataforma. Estos dados tendrán las siguientes dimensiones 3,5 m de ancho por 3,5 m de largo por 1,5 m de alto y estarán equidistantes a 9,75 m por 8m. En la figura 9 se presentan detalles de esta plataforma.</p> <p>Esta plataforma estará en capacidad de atender barcos de entre 15.000 y 85.000 DWT para el manejo de amoniaco, diesel de bajo contenido de Azufre, petróleo crudo y Azufre sólido, para lo cual soportara los siguientes brazos de carga:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 brazos de carga de 12 pulgadas de diámetro cada uno para petróleo crudo. - 2 brazos de carga de 12 pulgadas de diámetro cada uno para diesel de bajo contenido de Azufre - 1 brazo de carga de 10 pulgadas de diámetro para carga de amoniaco - Un cargador de Azufre sólido, tipo radial staker con capacidad promedio de carga de 650 ton/hr. <p>Cada brazo de carga estará dotado de un sistema de cierre automático, en caso de cualquier desconexión al momento de la carga o descarga de productos líquidos.</p>	<p>Largo: 30 m</p> <p>Ancho: 15 m</p> <p>Capacidad de carga (vertical): 150 ton/pilote.</p>

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Tabla 2-15 Descripción de la construcción del sistema de atraque y amarre

Tipo de Instalación	Descripción	Dimensiones y capacidades
Sistema de atraque y amarre	<p>Las 3 plataformas de carga, así como el muelle de remolcadores y el sistema de atraque de barcasas, dispondrán de un sistema estándar de atraque y amarre de acuerdo con los lineamientos de Oil Companies International Marine Forum (OCIMF). Los detalles de estos sistemas se pueden apreciar en la Figura 2-20.</p> <p><u>Para las plataformas de carga 1 y 2:</u></p> <p>Atraque: Se construirán un total de 6 duques de atraque, los cuales estarán soportados por 22 pilotes de 60 cm de diámetro, por lo que se usara un total de 132 pilotes. Estos duques soportaran buques de manera simultánea en ambas plataformas.</p> <p>Cada duque constará de tres dados de concreto, dos soportados por 8 pilotes (ubicados hacia los extremos del duque) y uno por 6 pilotes (en la parte central del duque). Cada dado tendrá las siguientes dimensiones: los dos laterales serán de 8m x 6m x 2 m, y el central será de 6m x 6m x 2m. Los tres dados estarán conectados entre sí por vigas de concreto prefabricadas. La altura de cada duque será de 4 m sobre la superficie del agua. Los duques de atraque tendrán un sistema de iluminación en su perímetro para permitir su visualización en horas nocturnas. En la Figura 2-19 se presenta la ubicación de dichos duques y en la Figura 2-20 se presenta sus detalles conceptuales.</p> <p>Amarre: se construirán un total de 3 duques de amarre soportados por 9 pilotes de 60 cm de diámetro para un total de 27 pilotes. Dos de estos duques estarán ubicados de forma paralela al este de las plataformas, mientras que los otros dos estarán ubicados consecutivamente hacia el oeste de dichas plataformas (Ver Figura 2-19).</p> <p>Las dimensiones de los duques serán las siguientes: 8m x 8m x 2m. . La altura de cada duque será de 3,5 m sobre la superficie del agua. En la Figura 2-20 se presenta los detalles conceptuales de dichos duques.</p> <p>Los duques de amarre dispondrán de un sistema de ganchos de liberación rápida. Todas las piezas metálicas serán de acero galvanizado. Estarán conectados a la plataforma de carga y a los duques de atraque por caminerías metálicas</p> <p><u>Para la plataforma de carga 3:</u></p> <p>Atraque: se construirán 6 duques de atraque de 3 m de altura sobre la superficie del agua y soportados por 8 pilotes de 60 cm</p>	<p>En la plataforma de carga 1 y 2 los duques de atraque tendrán capacidad para absorber hasta 347 ton.m de energía, producto del impacto de buques de hasta 180.000 DWT en la defensa del duque.</p>

Tipo de Instalación	Descripción	Dimensiones y capacidades
	<p>de diámetro para un total de 48 pilotes. Las dimensiones de los duques de atraque serán las siguientes: 6m x 6m x 1,5 m. En la Figura 2-20 se presenta los detalles conceptuales de dichos duques.</p> <p>Amarre: Se construirán un total de 4 duques de amarre con una altura de 2,7 m medidos desde la superficie del agua y estará soportado por 4 pilotes de 60 cm de diámetro. Este duque tendrá las siguientes dimensiones: 4m x 4m x 1,2m</p> <p>Al igual que los duques de amarre de las plataformas 1 y 2, dispondrán de un sistema de ganchos de liberación rápida. Todas las piezas metálicas serán de acero galvanizado. Estarán conectados a la plataforma de carga y a los duques de atraque por caminerías metálicas</p> <p>Los duques de atraque tendrán un sistema de iluminación en su perímetro para permitir su visualización en horas nocturnas</p> <p><u>Muelle de atraque remolcadores:</u></p> <p>Los remolcadores atracaran en una plataforma que estará localizada al lado sur de la pasarela. Esta plataforma tendrá las siguientes dimensiones: 50 m de longitud, 3 m de ancho y estará elevada a 2,3 m de la superficie del agua. También, estará soportada por 12 pilotes de 60 cm de diámetro. En la Figura 2-20 se presentan detalles conceptuales de esta plataforma.</p> <p><u>Atraque de barcas:</u></p> <p>Atraque: se podrán atracar hasta 9 barcasas en grupos de 3 de manera simultánea al costado noreste de la pasarela o Trestle, empleando para ello 3 duques en grupos de 3. Cada duque estará soportado por 4 pilotes de 60 cm de diámetro para un total de 36 pilotes. Cada duque tendrá las siguientes dimensiones: 3m x 3m x 1,2m y estará elevado a 2,7 m de la superficie del agua.</p> <p>Amarre: Las tres barcasas podrán amarrarse a 4 duques de manera simultánea. Cada duque de amarre tendrá las siguientes dimensiones: 3m x 3m x 1,2m y estará soportado por tres pilotes de 60 cm de diámetro. La altura de cada duque de amarre será de 2,7 m medidos desde la superficie del agua.</p>	<p>En la plataforma de carga 3 los duques de atraque tendrán capacidad para absorber hasta 170 ton.m de energía, producto del impacto de buques de hasta 50.000 DWT.</p> <p>En el muelle de remolcadores los duques de atraque tendrán capacidad para absorber hasta 30 ton.m de energía, producto del impacto de remolcadores de hasta 1.000 DWT.</p> <p>En el área de atraque de barcasas los duques de atraque tendrán capacidad para absorber hasta 29 ton.m de energía, producto del impacto de tres barcasas de hasta 800 DWT atracando simultáneamente.</p>

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Tabla 2-16 Conformación del sistema de manejo de Petcoque o coque del Petróleo y Azufre

Tipo de Instalación	Descripción	Dimensiones y capacidades
<p>Sistema de manejo de Petcoque y Azufre</p>	<p>Sistema de manejo de Petcoque está conformado por las siguientes estructuras.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una banda transportadora identificada con el código 113-SCH-PCNVR-002, de tipo tubular (completamente cerrada). Esta banda se inicia en la Torre de Transferencia 113-SHC-TT-007 y finaliza en el cargador de barcos identificado con el código 113-SHC-SL-001. Esta soportada dentro de una estructura metálica y un sistema de rodillos y motores eléctricos permiten su movimiento y cierre de manera tubular, una vez que deja la Torre de Transferencia 113-SHC-TT-007 - Una torre de transferencia identificada con el código 113-SCH-TT-007. Esta torre estará ubicada al inicio del muelle. Esta completamente confinada y en su base existe un sumidero y una bomba para transferir las aguas de limpieza a la unidad de pre-tratamiento en el área de almacenaje de Petcoque. Además, estará prevista de un sistema colector y supresor de polvo. - Un cargador de barcos o shiploader identificado con el código 113-SHC-SL-001. Este cargador está compuesto por un brazo para alcanzar las bodegas de los buques, un chute o telescopio retráctil, el cual permite controlar la altura de descarga de Petcoque dentro de la bodega y una cuchara al final del chute, que permite el cierre del chute cuando se termina la carga. <p>Sistema transportador de Azufre está conformado por las siguientes estructuras</p> <ul style="list-style-type: none"> - Banda transportadora de Azufre sólido 114-SHS-CNVR-002. Corresponde a una banda convencional con una longitud aproximada de 1.089 m, operará a una velocidad promedio de 1,32 m/seg y con una rata promedio de transferencia de Azufre sólido de 650 ton/hora. Esta banda transferirá el Azufre sólido a un cargador de barco 114-SHS-SL-001. - Una torre de transferencia 114-SHS-TT-001 desde donde parte la banda 114-SHS-CNVR-002, la cual dispone de un sistema colector de polvo, un sumidero y un sistema de bombeo para transferir las aguas de limpieza hasta el área del patio de almacenaje de Azufre sólido, donde serán pre-tratadas y reutilizadas. - Un Cargador de buque identificado con el código 114-SHS-SL-001, operará a una rata de carga de 650 ton/hora. 	<p>Longitud de la banda: 1308 m</p> <p>Diámetro: 60 cm</p> <p>Capacidad de carga promedio: 2250 ton métricas/hr Velocidad: 4,01 m/seg.</p> <p>Longitud máxima extendida del brazo de carga: 58,5 m</p> <p>Tasa de carga media: 2250 ton métricas/hr</p> <p>Velocidad de desplazamiento: 2,95 m/seg.</p> <p>Longitud: 1089 m Diámetro: 36 pulgadas</p>

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Tabla 2-17 Conformación del sistema de tuberías (pipe rack)

Tipo de Instalación	Descripción
Sistema de tuberías (Pipe rack)	<p>Está conformado por las siguientes tuberías:</p> <p>Petróleo crudo: 42" de diámetro; longitud de 2.200 m; rata de transferencia 40.000 Bl/hr.</p> <p>Diesel de bajo contenido de Azufre: 24" de diámetro; longitud 2.750 m; rata de transferencia 20.000 Bl/hr.</p> <p>Amoniaco: 10" de diámetro; longitud de 1.430 m; rata de transferencia 600 ton/hora.</p> <p>Agua contra incendio: son dos tuberías 10" de diámetro y con una longitud de 2.760 m.</p> <p>Aguas aceitosas: 4" de diámetro y 1.575 m de longitud.</p> <p>Aguas de limpieza del sistema de Petcoque: 4" de diámetro y 1.510 m de longitud.</p> <p>Agua Industrial: 3" de diámetro y 2.760 m de longitud.</p> <p>Retorno gases del amoniaco: 3" de diámetro y 1.430 m de longitud.</p> <p>Agua potable: 2" de diámetro y 2.760 m de longitud.</p> <p>Aire: 2" de diámetro y 2.760 m de longitud.</p>

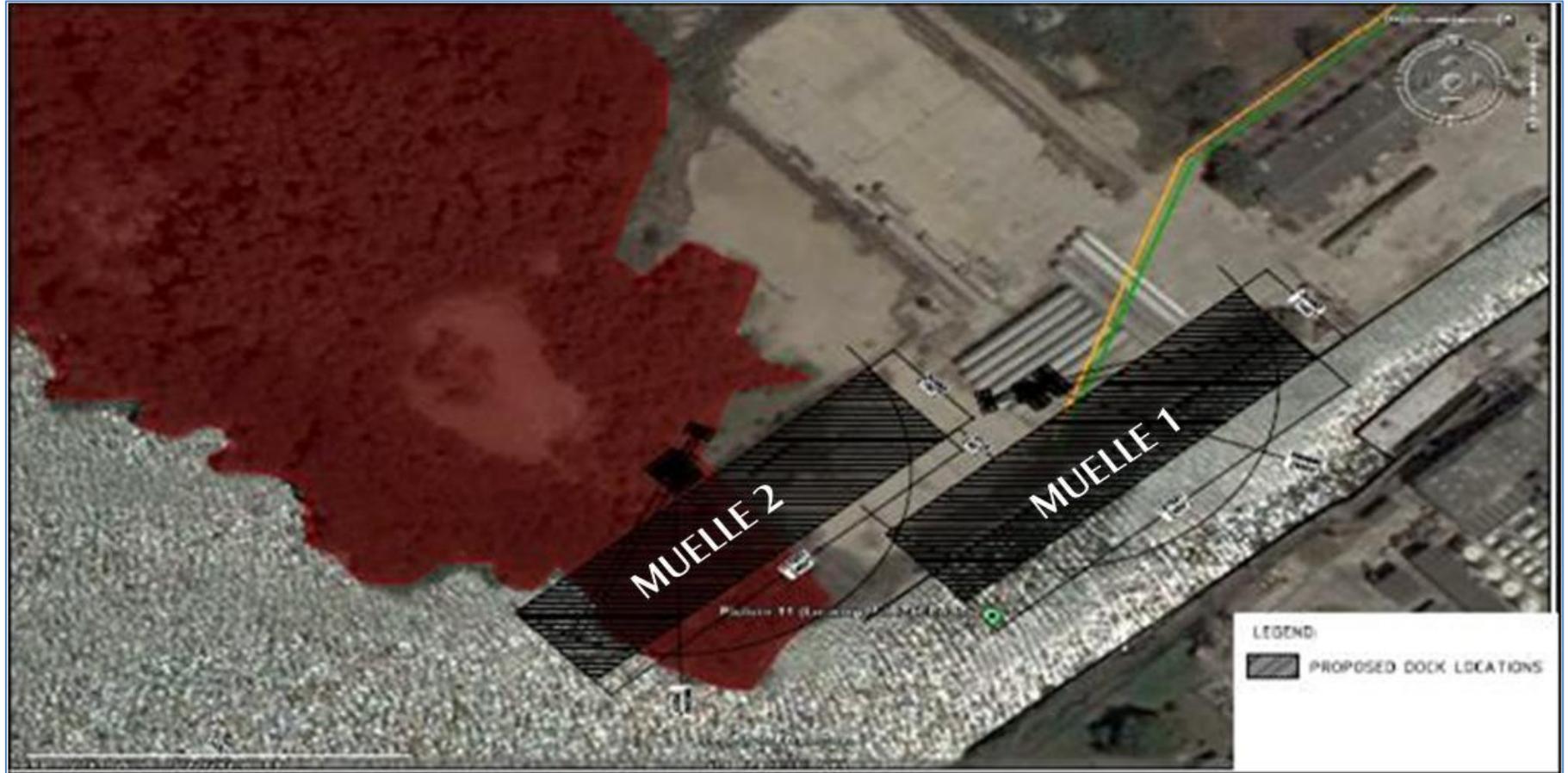
Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Tabla 2-18 Descripción de la construcción del Muelle Roll on Roll off.

Tipo de Instalación	Descripción
Muelle roll on Roll off ó Ro-Ro	<p>La instalación consiste en dos muelles (Muelle 1 y Muelle 2) para manipular la descarga de maquinaria pesada. La profundidad del agua en el muelle deberá ser de 10 pies. El frente del muelle (línea de agua al tope del mismo) será de 5 pies y se construirá una rampa de 1 ft de altura para acomodar una barcaza de altura total de 16ft (fondo de quilla a tope de cubierta). Los dos muelles tendrán la capacidad de soportar una presión de carga de 10 toneladas por metro cuadrado.</p> <p>Muelle 1: Ubicado en el Canal de la Dársena a una corta distancia del muelle existente. Se excavará un área y se construirá un muelle para permitir el atraque de una barcaza de dimensiones 250 ft por 72 ft al costado del mismo. El muelle recibirá la carga de popa de la barcaza de servicio, la cual será transportada por una grúa hacia el muelle.</p> <p>Muelle 2: Ubicado al norte del Canal de la Dársena. Se realizará aprovechamiento forestal del manglar en el área del muelle, y dependiendo de las condiciones del suelo, se determinará la necesidad de utilizar pilotes para estabilizar el terreno en el área de recepción de equipo. Se utilizarán bloques de concreto prefabricados, fundidos in-situ, y luego ubicados en su lugar, para construir el muelle. Los anteriores serán diseñados para soportar presiones de 10 toneladas por metro cuadrado. Los buques atracarán con su popa contra el muelle, justo en frente del mismo.</p> <p>Al finalizar las labores constructivas de la expansión de la refinería, los muelles se dejarán en su sitio, para el futuro uso de los mismos.</p>

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, Proposal 2009.

Figura 2-21 Ubicación Muelle 1 y 2 del Roll on Roll off ó Ro-Ro.



Fuente: MECOR Group, 2009

Los distintos tipos de concreto a usar en las obras arriba indicadas se especifican en la siguiente Tabla:

Tabla 2-19 Especificaciones de los distintos tipos de concreto a usar en la construcción del Terminal Portuario de Reficar.

Características					
Tipos de concreto a usar	Resistencia específica psi (MPa)	Tamaño nominal de agregado grueso pulgadas (mm)	Conformación en el punto de descarga pulgadas (mm)	Contenido de Aire %	Densidad aire-concreto lb/cu. ft (kg/cu. m)
Concreto en sitio	2000 (14)	$\frac{3}{4}$ (20)	$2 \pm \frac{3}{4}$ (50 ± 20)	4 a 7	145 ± 10 (2300 ± 150)
Concreto de relleno	2000 (14)	1 $\frac{1}{2}$ (40)	$2 \pm \frac{3}{4}$ (50 ± 20)	3 a 6	145 ± 10 (2300 ± 150)
Concreto para fundaciones grandes	4000 (28)	1 $\frac{1}{2}$ (40)	$3 \frac{1}{4} \pm 1 \frac{1}{4}$ (80 ± 30)	3 a 6	145 ± 10 (2300 ± 150)
Concreto para zapatas, pilas cabezales y vigas de amarre	4000 (28)	$\frac{3}{4}$ (20)	$3 \frac{1}{4} \pm 1 \frac{1}{4}$ (80 ± 30)	4 a 7	145 ± 10 (2300 ± 150)
Concreto para lozas, vigas columnas y paredes	4000 (28)	$\frac{3}{4}$ (20)	$3 \frac{1}{4} \pm 1 \frac{1}{4}$ (80 ± 30)	4 a 7	145 ± 10 (2300 ± 150)
Concreto para estructuras finas que requieren significativo refuerzo	4000 (28)	$\frac{3}{8}$ (10)	$3 \frac{1}{4} \pm 1 \frac{1}{4}$ (80 ± 30)	5 a 8	145 ± 10 (2300 ± 150)
Concreto para estructuras contenedoras de agua	4300 (30)	$\frac{3}{4}$ (20)	$3 \frac{1}{4} \pm 1 \frac{1}{4}$ (80 ± 30)	4 a 7	145 ± 10 (2300 ± 150)

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Así mismo, el material de préstamo que se utilizará en la construcción del puerto, será en la base de la pasarela o *causeway*, que permite empalmar la línea de costa con la superficie de la pasarela o *trestle* se construirá con los siguientes materiales:

- Roca más zahorra: 2500 m³
- Canto rodado: 170 m³
- Concreto: 120 m³

Con respecto al movimiento de tierra y remoción de material vegetal, y dado que la construcción del muelle marítimo es en su mayoría sobre el espejo de agua marino, no se prevé la realización de movimientos de tierra o modificaciones significativas de la topografía del sitio, para su construcción. Sin embargo, al inicio del muelle se tiene previsto la construcción de un banqueo o rampa que permitirá el acceso al muelle desde la parte terrestre (empalme de cotas). Para la construcción de este acceso se requerirán aproximadamente unos 2.500 m³ de material

compuesto por roca y zahorra. Adicionalmente, se requerirá la excavación de unos 1.100 m³ de suelo.

Adicionalmente, se requerirá la afectación de unos 2.500 m² de vegetación baja y poco densa, sobre la línea de costa, específicamente el área donde el muelle accede al mar.

Cabe mencionar que de acuerdo a los estudios batimétricos realizados en la zona, actualmente no se requiere la realización de dragados para la construcción del Terminal, específicamente para que los buques accedan a las plataformas de carga, debido a que se encontraron profundidades de hasta 17 m que son suficientes para el atraque de buques de hasta 120.000 DWT.

De otra parte la mano de obra directa requerida para la construcción y de acuerdo a la curva de avance o progreso a ser utilizada durante esta fase del proyecto, se estima, que la mayor exigencia (pico) será de 140 ± 20% trabajadores durante los meses 8 y 12 (de la construcción) con un estimado total de 600.000 horas hombre. La operación del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena generará unos 40 puestos de empleo directos, incluyendo gerencia y administración, operación, mantenimiento, y demás actividades conexas a la operación.

El costo total estimado de la construcción de Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena es de unos US\$112'000.000,00, distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 2-20 Costos estimados del proyecto de construcción del Terminal Portuario de Reficar

Tipo	Instalaciones Asociadas	Costo (US\$)
Infraestructura marítima	Causeway Pasarela o Trestle Plataformas de carga o berths Duques de atraque Duques de amarre	51'000.000,00
Sistema de manejo de productos líquidos	Tuberías Brazos de carga	20'000.000,00
Sistema de manejo de productos sólidos	Cargador de coque de petróleo Cargador de Azufre sólido Banda tubular de Petcoque Banda de Azufre	30'000.000,00
Sistema de manejo de carga pesada	Muelle Roll on Roll off	11'000.000,00
Total		112'000.000,00

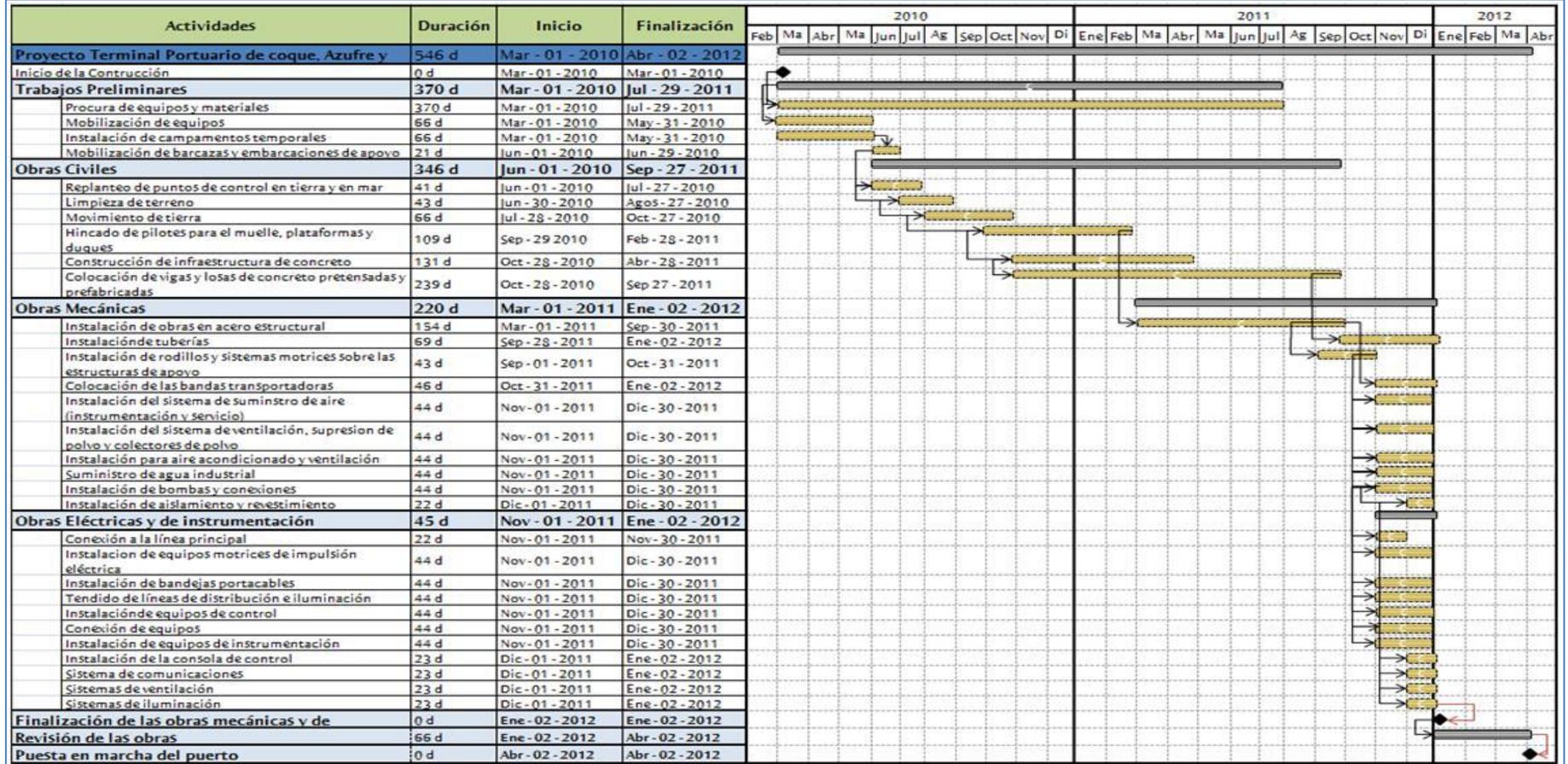
Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Se aclara que Reficar ha establecido un acuerdo de financiamiento con la International Finance Corporation, conocida por sus siglas en inglés (IFC), la cual pertenece al Banco Mundial y cuyo objetivo principal es proveer inversiones para el fortalecimiento del sector privado en los países en vías de desarrollo.

Finalmente el cronograma de actividades del proyecto, aclarando que el proyecto del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena se encuentra en la fase de ingeniería de detalle, para posteriormente proseguir con la fase de compras y construcción bajo ciertas modalidades que permitan el comienzo de las actividades de construcción en el segundo trimestre del año 2010 y su culminación a principios del 2012, con una duración estimada de 24 meses. Por tanto, se espera que este muelle entre en operación a mediados del 2012. En la Figura 2-20 siguiente se registra un cronograma general de las actividades previstas del proyecto.



Figura 2-22 Cronograma de construcción del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

2.2.1 Instalaciones Portuarias

Para el desarrollo del presente numeral, se debe tener en cuenta que la construcción y operación de las instalaciones de salida de productos de la Refinería, las de manejo del Petcoque y el Azufre, así como las de su respectivo almacenamiento y su transporte hasta las bodegas de almacenamiento, se encuentran reportadas y cubiertas por la Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial mediante la Resolución No 1157 de 2000, para la construcción y operación de las nuevas plantas de la Refinería de Cartagena, la cual fue modificada mediante la Resolución 2102 de noviembre de 2008¹⁰. No obstante, y teniendo presente la importancia de conocer su descripción, se procede a su presentación:

1. ¹¹*Instalaciones para la salida de los productos de la Refinería y recibo de Petróleo.* Como se ha mencionado, la Refinería cuenta con instalaciones para el recibo de Petróleo y envío de productos para ser exportados (excedentes de productos refinados), y productos para consumo interno del país, que son en ocasiones transportados a Barraquilla y Santa Martha (Pozos Colorados), desde donde sale la distribución mayorista de combustibles. Para ello, internamente la Refinería cuenta con las tuberías que transportan los distintos productos hacia el área de almacenamiento, en donde se encuentran los correspondientes tanques de producto terminado y otros.

Con respecto a las instalaciones de manejo de Petcoque y Azufre, estas serán construidas dentro del marco del proyecto de ampliación de la refinería y son como sigue:

- *Instalaciones para el manejo de Azufre.* El Azufre sale de la planta en estado líquido, por lo cual es necesario contar con un tramo de tubería que lo transporte desde el área de recuperación de Azufre hasta el área de solidificación, a un tanque donde se mantendrá líquido, ubicado en el patio de manejo de sólidos, que está localizada en el costado occidental de la Refinería.

La tubería que lo transporta, tiene entre 10 y 20 pulgadas de diámetro y la extensión será de 1,5 a 2,0 km. Contará con un sistema de vapor de agua, para permitir que el Azufre se mantenga a una temperatura entre 130 y 145° C. En el sistema de solidificación, el Azufre se estructurará en pequeñas pastillas, denominadas “pellets” (escasos milímetros). Este sistema consta de las siguientes partes:

¹⁰ Estudio de impacto ambiental para la modificación de la licencia ambiental del proyecto de construcción y operación de plantas nuevas en la refinería de Cartagena, Reficar – Araujo Ibarra. 2008. p. 130

¹¹ Ibid p. 129

- Un esquema de rotoformadores, que permiten la solidificación del Azufre,
 - bandas que colectan las pastillas y las llevan al patio de apilamiento,
 - un pit o foza, que permite colectar las aguas del proceso, incluyendo el vapor de agua condensado,
 - Un tanque de almacenamiento de Azufre líquido,
 - Patio de almacenamiento del Azufre sólido.
 - Las instalaciones para el cargue de carro-tanques con azufre líquido, existentes actualmente en la refinería, serán re-ubicados a esta área para tener una mayor cercanía al tanque de almacenamiento de este producto.
- Instalaciones para el manejo del Petcoque. Se contará con un área especial para la unidad de Petcoque retardado, donde se recibe el producto después de haber sido cortado con agua. El Petcoque cortado se deja reposar para efectos de eliminar la humedad.

Posteriormente, mediante un sistema de carga grúa y cargadores frontales, se transfiere el Petcoque a la banda transportadora para su traslado a la bodega de almacenamiento, el cual tendrá una longitud aproximada de 1,5 km. El área consta de las siguientes estructuras:

- Un pad o pit principal para la operación rutinaria del Petcoque, con una pared perimetral que permite su confinamiento,
- un maze o sedimentador, donde se colecta el agua que escurre del Petcoque en reposo,
- un sistema de transferencia del Petcoque al sistema de banda transportadora,
- las bandas transportadoras son de caucho de alta resistencia, de tipo tubular, las cuales son impulsadas por motores eléctricos y dispuestas sobre rodillos giratorios, que permiten su desplazamiento y cierre en forma de tubo. Entre cada tramo de banda estará ubicada un torre de transferencia, para un total de 3. Los tramos de la banda pueden estar dispuestos completamente o parcialmente sobre el suelo, bajo el suelo y/o a cierta altura del mismo,
- una red de canales perimetrales, que drenan hacia el área del maze o sedimentación, un tanque de almacenamiento del agua de cortado, la cual se reutiliza. Las dos bodegas de almacenamiento se ubicarán en el costado oeste de la Refinería, al norte de la planta de tratamiento de aguas residuales existente.

Este sistema permitirá transportar el Petcoque a una tasa de 300 toneladas métricas/hora, para lo cual y dado el volumen de producción, se requerirá un turno de operación de 12 horas al día, para su manejo.

2. ¹²*Instalaciones de Almacenamiento.* La Refinería estará dotada de un número suficiente de tanques, para almacenar las materias primas, los productos intermedios y los productos terminados. Las instalaciones comprenden depósitos atmosféricos y a presión, depósitos para agua (contra incendios, agua de proceso y de tratamiento), estructuras de depósitos especiales para el manejo de residuos peligrosos como ácidos, - Hidrógeno, aditivos y otros productos químicos, en las que se tendrá en cuenta la naturaleza del elemento, la presión de vapor que requiere, el punto de inflamación y el punto de goteo. En total, la capacidad de almacenamiento de la Refinería estará sobre los 2,0 MMbl. En todos los casos, se cumplirá con lo establecido en las disposiciones legales en materia de almacenamiento y reservas mínimas.

Con respecto a las zonas de almacenamiento de Azufre y Petcoque se menciona que:

- *Almacenamiento de Azufre solidificado.* El área para este almacenamiento estará ubicada adyacente las bodegas de almacenamiento de Petcoque. Este es un patio abierto con capacidad para 22.500 toneladas métricas. Las estructuras de ésta área serán las siguientes:
 - Patio principal con losa de concreto,
 - un canal perimetral, alrededor del patio principal,
 - un dique perimetral que confina todo el patio,
 - un sistema de apilamiento,
 - un sistema de despacho, con el uso de cargadores frontales,
 - un sistema de rocío para la humectación del material,
 - un sistema contra incendio, integrado por una red de hidrantes, localizados a lo largo del perímetro del patio.
- *Almacenamiento de Azufre líquido.* El área esta adjunta al del almacenamiento del Azufre sólido, y el proceso de transporte del Azufre líquido se inicia desde el Norte de la conexión entre las Unidades 120 y 121 hasta el extremo sur de la Unidad 112, en las instalaciones actuales de la Refinería. Luego al Este de la punta norte de la Unidad 121 y gira al Norte para pasar por el lado Este de las Unidades 102 y 103. Se dirige directamente hacia el Oeste, y pasa por el norte de las Unidades 103, 112, 110, 100, y 111. Una vez pasa la Unidad 111 gira al sur, hasta la estructura de soporte del Petcoque. Continúa la estructura de Petcoque, por debajo de la Avenida 3, y directo al tanque de azufre líquido del Terminal Marítimo. El diseño de la tubería de azufre se basa en una máxima rata de flujo de de 16,30 TMPH (aproximadamente 40 GPM), y se construirá en una tubería de Acero al Carbono 40, de 3" de diámetro. La tubería desde el punto de quiebre de la Refinería, hasta el tanque de

¹² Ibid. Araujo Ibarra. 2008. p. 131

almacenamiento en la Terminal Marítima, tendrá de unos 2286 metros, misma que será calentada con vapor, por dos elementos a contra-flujo.

El diseño actual de la tubería tiene en cuenta dos abrazaderas en los elementos de contra-flujo, para la utilización de vapor a 50 PSIG. Sin embargo se utilizará vapor a 70 PSIG, con el objetivo de la reducción de presión de vapor de la Refinería que se encuentra a 6000 PSIG. A lo largo del recorrido de la tubería, se instalarán estaciones de condensación y vaporización en intervalos de 50 metros. De cualquier manera, el diseño detallado de la tubería, considera espirales de expansión horizontal, para permitir la dilatación de la misma a temperatura normal de operación (275°F).

Con el fin de reducir la pérdida potencial de calor, se reducirán las uniones y juntas en la tubería. Y serán necesarias unas 3500 lb/h de vapor, para calentar todo el sistema de ductos.

Respecto del tanque de almacenamiento, y de acuerdo al diseño, éste tendrá una capacidad de almacenamiento suficiente para 2 días, con unas dimensiones de 7,62 metros de diámetro por 7,31 metros de alto. El tanque utilizará elementos externos de calentamiento producidos por Control Southeast (CSI). Por seguridad, alrededor del tanque se construirá un dique en concreto reforzado.

El sistema de bombeo de transferencia del Terminal Marítimo está diseñado para bombear a la unidad de prillado (UP), o a la grilla de cargue de carro-tanques. Igualmente, el sistema cuenta con una línea de retroalimentación, en caso de ser necesario, cuando se presente un bajo flujo de material, hacia la unidad de prillado. El resultado del análisis arroja que serían necesarias 3 bombas instaladas, de las cuales 2 operarían normalmente para llenar los carro-tanques en unos 30 minutos.

- Almacenamiento del Petcoque o coque del petróleo. Esta área estará ubicada hacia el oeste de la Refinería al norte de la planta de tratamiento de aguas residuales, en un lote vecino a la vía Cartagena-Mamonal-Pasacaballos. La capacidad de apilamiento y almacenaje temporal se estima en 176.000 toneladas métricas. El área contará con las siguientes estructuras:
 - Dos bodegas cerradas, una para el almacenamiento del Petcoque tipo fuel grade y otro para el Petcoque tipo ánodo, cada uno con una capacidad de hasta 88.000 toneladas métricas. Estas bodegas permitirán un confinamiento total de las pilas de coque del petróleo,
 - un sistema de canales perimetrales alrededor de cada pila de Petcoque en las bodegas, lo cual permitirá recoger las aguas de humectación,

- un sistema de apilamiento para la entrega del material de Petcoque, uno en cada bodega,
- un sistema de rocío para la humectación del material, uno en cada bodega,
- un sistema contra incendio,
- vías de acceso al área,
- instalación que funcionará como depósito o almacén, sala de control y oficinas.

La configuración y el diseño de ésta área de almacenamiento tuvo en cuenta las consideraciones meteorológicas como la lluvia e intensidad y dirección de los vientos dominantes, pero estos materiales no ofrecen una mayor dificultad para su almacenamiento, siendo su manejo similar al de cualquier granel sólido que requiere control de emisión de polvo y partículas.

3. ¹³*Servicios Industriales.* En cuanto a servicios industriales de apoyo a los procesos del terminal portuario de Reficar, se encuentran los requerimientos de energía eléctrica y agua, y siendo este proyecto un eslabón importante para el desempeño técnico-económico de la Refinería, será ella la que suministre estos servicios, en función de su capacidad de entrega ya registrada en el marco del EIA respectivo, para lo cual se menciona que las capacidades serán como sigue:

- Energía eléctrica. La Refinería será autónoma en la generación de energía. Actualmente, cuenta con cinco turbinas a vapor, y en la nueva configuración se instalarán cuatro turbinas a gas para remplazarlas, lo que garantizará una capacidad de generación superior a los 85 MW sin interrupciones.
- Abastecimiento de agua. Actualmente la Refinería consume aproximadamente 2.500 gpm (galones por minuto) de agua cruda. Con la ampliación, el requerimiento aumenta a cerca de 6.000 gpm., ello, debido al incremento en la capacidad de producción y a la entrada en operación de la unidad de coquizamiento retardado (delayed coker), siendo así que dicha demanda incluye los requerimientos correspondientes al puerto de Reficar.

4. *Instalaciones para las operaciones portuarias.* La bahía de Cartagena, cuenta con dos áreas de fondeo de buques identificada en la carta marítima No 264 del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH, una localizada al sur occidente de la Bahía antes del canal de acceso de Boca Chica y la otra al este de la misma frente a Mamonal, (frente al muelle de Ecopetrol), ambas zonas son de uso público y se encuentran bajo el control y administración por la Capitanía de Puerto de Cartagena. La ruta de acceso a estas áreas está identificada mediante

¹³ Ibid. Araujo Ibarra. 2008. p. 133

boyas de profundidad y acercamiento y los duques de atraque tienen un sistema de iluminación en su perímetro para permitir su visualización en horas nocturnas.

5. *oficinas, edificios e instalaciones para el manejo de residuos.* Durante la etapa de construcción, se dispondrá de oficinas y áreas de trabajo temporales, que corresponderán a una estructura metálica de fácil montaje y desmantelamiento. Ya en la etapa de operación, se contará con una oficina fija donde se ubicará el personal que opera el puerto y el cuarto de control de las operaciones portuarias.

Respecto de las instalaciones para el manejo de residuos e insumos para la construcción y operación del puerto, es de mencionar que durante la etapa de construcción se presentarán los típicos flujos de desechos a ser generados en las actividades constructivas, entre los que destacan: material proveniente del descapotado de terreno, desechos domésticos, chatarra ferrosa, materiales sobrantes, entre otros; así mismo y como desechos peligrosos, se prevé la generación de filtros de aceite-combustibles, aceites gastados provenientes del mantenimiento de maquinaria pesada, envases vacíos que contuvieron sustancias químicas (solventes, desengrasantes, revestimientos y pinturas base aceite y epóxicas, etc.), paños impregnados de aceite.

El manejo de cada tipo de residuo, se hará en función de sus características; así por ejemplo, los desechos domésticos, contarán con contenedores y serán entregados a una empresa debidamente autorizada para prestar este servicio en Cartagena.

Para el caso de los residuos no peligrosos, estos serán segregados en reciclables, reutilizables y no servibles; esta operación se hará en el almacén y en áreas adyacentes a los frentes de obra en contenedores debidamente diseñados e instalados para el caso.

Así mismo, los residuos catalogados como peligrosos, serán dispuestos en contenedores exclusivos para este fin, y estarán debidamente segregados e identificados conforme las normas sobre las materias.

En la etapa de operación, se hará la misma disposición descrita en la etapa de construcción, aunque se trate de cantidades menores.

De otra parte, el manejo de los vertimientos domésticos para la etapa de construcción se hará mediante el manejo de baños portátiles.

En cuanto a los residuos industriales, en esta etapa se considera a los aceites usados, pinturas y químicos fuera de especificación, solventes usados, combustibles y gasolinas de desecho, los cuales se almacenarán en un área techada bien ventilada y en tanques o contenedores cerrados herméticamente, debidamente identificados, para hacer su disposición final según lo establecido por la legislación colombiana.

Durante la operación del terminal, las aguas domésticas serán entregadas a la PTAR de la Refinería mediante bombeo; a su vez y en cuanto a las aguas de limpieza provenientes de la torre de transferencia al inicio del muelle y de los brazos de carga (booms) del cargador de buques o *shiploader*, serán descargadas hacia un sistema de sumideros ubicados en las bases de estas instalaciones, y de allí bombeados hacia una unidad de pre-tratamiento o sedimentador, donde se removerán las cargas de sólidos. Una vez que las cargas de sólidos suspendidos son removidas, estas aguas estarán disponibles para la humectación del Petcoque en la bodega y para las labores de limpieza de las bandas y otras unidades. De esta forma se asegura un reuso del agua durante la operación del Terminal.

En cuanto a aquellos efluentes industriales como los aceites de hidrocarburo gastados, así como solventes orgánicos, desengrasantes, etc. provenientes del mantenimiento de motores, sistemas de engranaje, etc., serán entregados a la refinería para que sean depositados a través del sistema de recepción de *slops* en la Unidad de Coquificación Retardada, donde serán agregados al proceso de coquificación

6. *Instalaciones para el manejo de desechos sólidos y líquidos provenientes de las actividades marinas.* El Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques de 1.973 y su Protocolo de 1.978 (MARPOL 73/78), suscrito por Colombia mediante La ley 12 de 1.981, contempla que:

...
...
...

Regla 12

Instalaciones y servicios de recepción

1) *A reserva de lo dispuesto en la regla 10 del presente anexo, los Gobiernos de las Partes se comprometen a garantizar que en los terminales de carga de hidrocarburos, puertos de reparación y demás puertos en los cuales los buques tengan que descargar residuos de hidrocarburos, se monten servicios e instalaciones para la recepción de los residuos y mezclas oleosas que queden a bordo de los petroleros y de otros buques, con capacidad adecuada para que los buques que las utilicen no tengan que sufrir demoras innecesarias.*

2) *Las instalaciones y servicios de recepción que se prescriben en el párrafo 1) de esta regla habrán de proveerse en:*

...
...
...

e) todos los puertos en lo que concierne a las aguas de sentina contaminadas y otros residuos que no sea posible descargar de conformidad con la regla 9 de este anexo; y

f) todos los puertos utilizados para tomar cargamentos a granel en lo que concierne a aquellos residuos de hidrocarburos de los buques de carga combinados que no sea posible descargar de conformidad con la regla 9 de este anexo.

En tal sentido, se ha previsto la construcción de una tubería de 4 pulgadas de diámetro, la cual, además de permitir la transferencias de los desechos líquidos generados durante las labores de limpieza de las tuberías de petróleo crudo y diesel, permitirá la transferencia de las aguas aceitosas o aguas de sentina, en caso que sea requerido por cualquiera de los buques que atracan en el muelle. Estos desechos líquidos serán enviados a la refinería, haciendo uso de la tubería antes indicada, para que sean depositados a través del sistema de recepción de slops en la Unidad de Coquificación Retardada, donde serán agregados al proceso de coquificación.

2.2.2 Descripción Técnica de Obras Asociadas

En función de las obras asociadas a la construcción y operación de puerto de Reficar se menciona que para el desarrollo del proyecto, las instalaciones en tierra estarán ubicadas en los terrenos de la Refinería, y se considera que estas obras tiene una afectación ambiental muy leve, por las siguientes razones:

- El área de intervención es parte actual del predio de la Refinería y ésta se ubica en el medio de la Zona Industrial de Mamonal.
- El uso del suelo para esta zona, de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial y al Plan de Desarrollo de Cartagena, está destinado para la denominada “industria pesada”.
- Esta muy bien documentada la fuerte intervención antropológica que se ha dado en la ZIM desde tiempos de la conquista y prácticamente con la puesta en operación de la Refinería en 1956, se promovió la expansión del uso industrial y portuario del suelo.

Como es sabido, la construcción contempla varias obras asociadas como son:

- Construcción y funcionamiento de oficinas de obra: Se refiere a la ubicación del contratista ejecutor de la obra y las instalaciones requeridas para su organización y movilización dentro de la misma. Se construirá el campamento de obra donde funcionarán oficinas, talleres, bodegas, comedores, vestidores y baños, además de las instalaciones complementarias que requiera el proyecto para su normal ejecución y desarrollo.
- Descapote y excavación del terreno: Es el retiro de la vegetación existente y remoción de la capa vegetal. El material resultante de estas actividades será aprovechado en los componentes de madera y materia orgánica y los residuos serán dispuestos en sitios

definidos, que sean aprobados por la autoridad municipal y cuenten con la licencia ambiental correspondiente.

Según información de MECOR Group S.A., la excavación a adelantar en el sitio del proyecto, es mínima en lo que se refiere a las labores preliminares para la cimentación de las obras que sostendrán las bandas transportadoras y la tubería del caso, así como para la construcción de las oficinas permanentes de la operación del puerto y las zonas de almacenamiento y manejo de azufre líquido. En ese sentido, se dispondrá de forma temporal y dentro del predio, con un sitio para la colocación del material excavado, el cual será utilizado para la reconfiguración del mismo lote.

- Rellenos y compactación del lote: esta actividad se llevará a cabo en la construcción de la base de la pasarela, lo que permitirá empalmar la línea de costa con la superficie de la misma; para ello se utilizarán materiales como roca más zahorra, cantos rodados y concreto. Para las labores de excavación y relleno, se requerirá el uso de equipos neumáticos, retroexcavadoras y volquetas.
- Fundición de estructuras en concreto Gran parte de la fundición se llevará a cabo en el mar, específicamente para las zapatas, pilas cabezales y vigas de amarre; las otras especificaciones son para lozas, vigas, columnas y paredes, estructuras finas que requieren significativo esfuerzo y estructuras contenedoras de agua. Para el desarrollo de esta actividad se requerirán grúas, andamios metálicos, madera para encofrados, aceros figurados, herramientas y equipos especiales para fundición. Existirá tráfico de camiones para el transporte del concreto premezclado.
- Hincado de Pilotes: Es requerido para el montaje de la pasarela del terminal, la cual requiere 240 pilotes externos, 60 para el soporte de los muelles 1 y 2, 30 para el muelle 3, 132 y 27 para los duques de atraque y amarre de la plataforma 1 y 2; para la plataforma 3 serán necesarios 48 pilotes de atraque y 16 de amarre, y el muelle de amarre. Por su parte y con respecto al muelle de los remolcadores, será necesario hincar 12 pilotes para su atraque, 36 pilotes para el atraque de las barcasas y 28 adicionales para la pasarela. Las pruebas a pilotes se realizarán de acuerdo a los procedimientos ASTM D-1143 y serán llevadas a cabo antes del inicio de la obra. Con los resultados de estas pruebas se determinarán los eventuales ajustes de diseño, considerando las cargas solicitadas en el proyecto. Con el objeto de mantener la calidad de los materiales acorde a las especificaciones de la obra, el 10% de los pilotes deberán ser probados y examinados. Se utilizarán para su hincado, barcasas y equipos de golpeo hidráulico.
- Montaje de equipos, prueba hidrostática y obras civiles complementarias: conforme al cronograma del plan de construcción, hay una etapa para la instalación de los principales equipos, como son la banda transportadora, las estaciones de transferencia, el montaje de



la tubería, los elementos eléctricos y de instrumentación. En maquinaria, durante esta etapa se requerirá principalmente el uso de grúas y de herramienta menor.

- Tendido de líneas: esta actividad consiste en el tendido y la instalación de las líneas de tuberías para el manejo del Petróleo y el amoniaco. Se requerirá la operación de equipos de sand-blasting o de espuma para la limpieza de las tuberías, el uso de grúas para izar las tuberías, de equipos de soldadura y pintura.
- Arranque y Puesta en Marcha: se realizarán las pruebas correspondientes, incluido el lavado de líneas y equipos, y demás actividades complementarias relacionadas con la etapa de pre-arrancada. Una vez efectuadas las pruebas, se realizarán los ajustes necesarios para asegurar el arranque del Terminal Portuario para su óptima operación.

Al respecto de lo anotado, se menciona nuevamente que de acuerdo a los estudios batimétricos realizados en el sitio, actualmente no es necesario realizar actividades de dragado para la construcción del muelle, su canal de acceso y área de maniobras.

2.2.3 Accesos al Área del Proyecto

Los accesos existentes a la zona del puerto se refieren a las siguientes vías:

- La carretera a Mamonal es una vía de 14 km de longitud, administrada bajo la figura de concesión vial, por donde circula el transporte de carga y el transporte público y privado proveniente de Cartagena, de la Sociedad Portuaria y de las actividades propias de la Zona Industrial de Mamonal. Esta vía parte en Cartagena de la Diagonal 22 y termina en el corregimiento de Pasacaballos, sobre el Canal del Dique. Presenta un alto nivel de tráfico debido a que la Alcaldía de Cartagena adelantó obras de mejoramiento. Sobre esta vía existe un (1) acceso a las futuras instalaciones del Terminal Portuario de la Refinería.
- Una vía alterna denominada variante Mamonal-Gambote, es una vía diseñada fundamentalmente para el tráfico de vehículos pesados y es por donde circula el transporte de carga procedente de Barranquilla y el transporte que desde la Zona Industrial de Mamonal se dirige al interior del país. Esta vía comunica al municipio de Cospique con Turbaco, donde se enlaza con la denominada Ruta B que conecta a Arjona – Bolívar con Medellín. Esta vía se encuentra en óptimas condiciones de servicio, dados los trabajos de adecuación y mejoramiento vial realizados por la Alcaldía de Cartagena y la Gobernación del Bolívar, el proyecto portuario no presentara ninguna afectación directa a esta vía.
- La vía circunvalar comunica directamente a Mamonal con la carretera de la Cordialidad, a la altura del Terminal de Transportes, que luego se intercepta con la Troncal de Occidente, el proyecto portuario no presentara ninguna afectación directa a esta vía. Al interior de las futuras instalaciones del Puerto de la Refinería, se cuenta con vías que comunican todas las áreas entre sí y que permiten acceder a cada zona del proyecto. Algunas de estas vías serán prolongadas y adecuadas para permitir un mejor acceso a las instalaciones del puerto. Con

respecto a los accesos marinos al sitio de la obra, se puede acceder desde los muelles del terminal de la Refinería y el terminal Néstor Pineda, que son muelles exclusivos para la entrada y salida de hidrocarburos. Como se mencionó, hay ingreso de crudos y salida de productos a través de la comunicación fluvial por el canal del Dique (barcazas) y el río Magdalena, especialmente con la Refinería de Barrancabermeja.

Actualmente no se tiene previstos nuevos accesos a la zona de desarrollo del terminal portuario.

2.2.4 Etapa de Operación

En el Plano 2-2, se identifica la planta de las instalaciones que se describen a continuación.

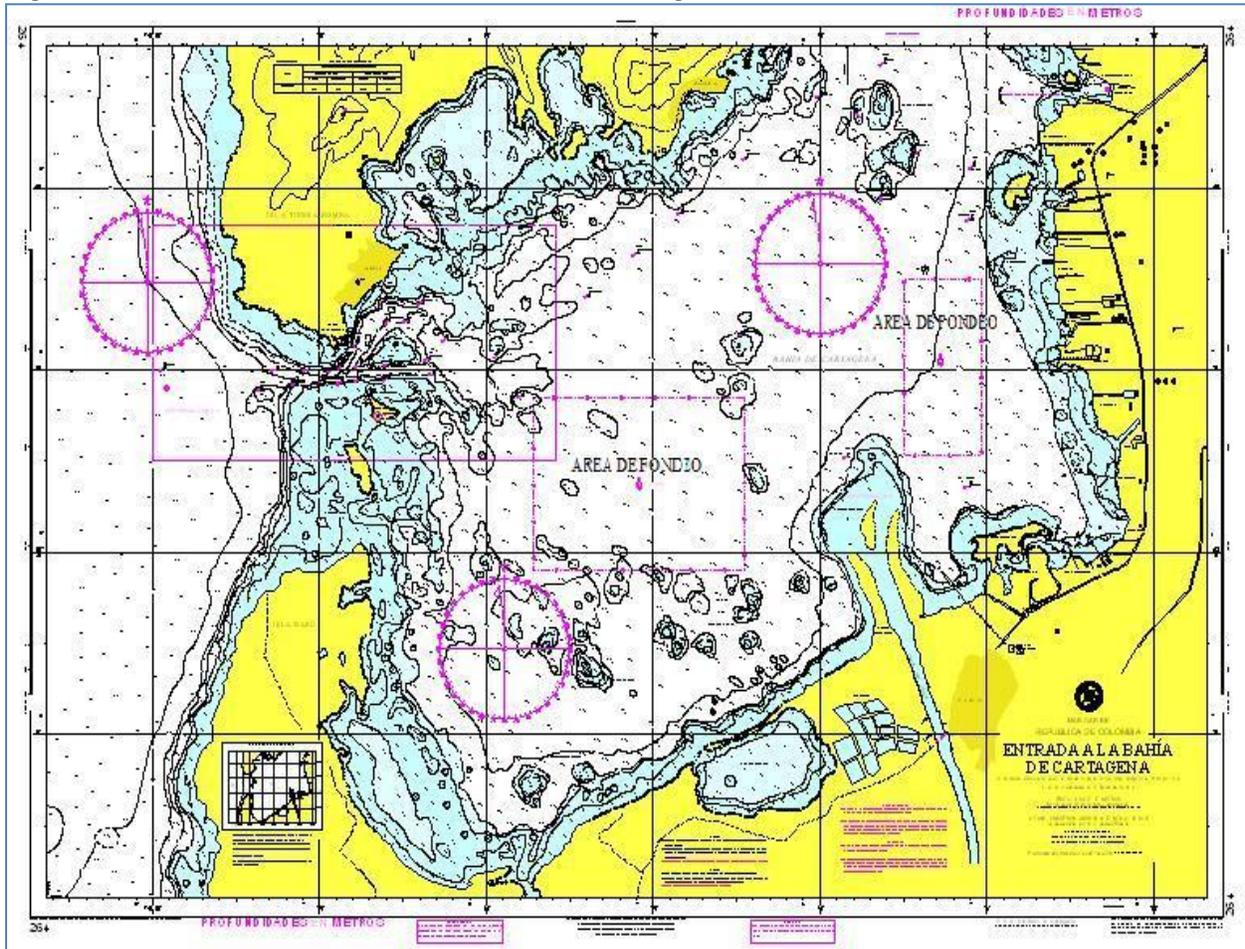
1. *Maniobras en el Muelle.* Las maniobras de acceso, fondeo y atraque en el muelle se realizarán de la siguiente forma:

El acceso a la Bahía de Cartagena se realizará mediante el canal de Bocachica, ubicado al sur de la Isla Tierra Bomba. De acuerdo al último dragado realizado (2006), este canal tiene una longitud de 800 m, un ancho promedio de 84 m, una profundidad de 14,7 m y un talud 1:4.

Una vez que los buques acceden por el canal de Bocachica, deben proceder a realizar el fondeo en las zonas de espera identificadas en la Carta Náutica 264 del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CIOH (Ver Figura 2-23) localizadas según se anotó previamente, la primera al sur occidente de la Bahía antes de acceder al canal de Bocachica y la segunda al este de la misma frente a Mamonal (exactamente frente al muelle de Ecopetrol), ambas zonas son de uso público y están bajo la supervisión de la Capitanía de Puerto de Cartagena.

Una vez que se les autoriza el atraque, los buques deben tomar rumbo hacia el sureste a aproximadamente $S 65^{\circ}0'0'' E$, en vista que el puerto está orientado con un azimut de 295° respecto al Norte. El desatraque se realiza utilizando la misma ruta del atraque pero en sentido inverso, es decir, una vez que el buque se retira de la plataforma de carga, gira 180° colocando su proa hacia el noroeste y se enfila hacia el canal de Bocachica, con rumbo Noroeste; luego toma hacia el Oeste Franco para acceder al Canal.

Figura 2-23 Áreas de fondeo en la bahía de Cartagena



Fuente: Carta de Navegación No 264, CIOH. 1999.

2. *Sistema de Exportación de Coque de petróleo.* De acuerdo con las capacidades de almacenaje del Terminal, se estima que unos 24 buques al año sean cargados con Petcoque. Los buques serán del tipo Panamax con capacidades de entre 30.000 y 70.000 DWT, con las siguientes características:

Tabla 2-21 Tipos de buques para el cargue de Petcoque

Tipo de Buque	DWT	Eslora LOA (m)	Manga (m)	Calado (m)
Bulk carriers	30.000	176	26,1	10,7
	70.000	224	32,3	13,7

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Previo al atraque del barco en el muelle, el mismo será objeto de inspecciones por parte de agencias especializadas, a fin de certificar que la embarcación cumple con los requerimientos

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

operacionales, de seguridad y ambientales, exigidos por las regulaciones aplicables para la materia.

La Figura 2-24 ilustra un diagrama de flujo de la operación general de carga de Petcoque del Terminal de Subproductos de la Refinería de Cartagena. En general el sistema de exportación de Petcoque operara a una rata promedio de 2250 ton métricas por hora y tendrá una capacidad por diseño de 3000 ton métricas por hora. Las velocidades de las bandas que lo conforman pueden variar de acuerdo a la capacidad de cada una, sin afectar la tasa de transferencia de todo el sistema. Todas las bandas y torres estarán completamente confinadas, evitando de esta manera el escape de partículas fugitivas de finos de Petcoque; adicionalmente tendrán disponibles un sistema de supresión de polvo y filtros de presión inversa.

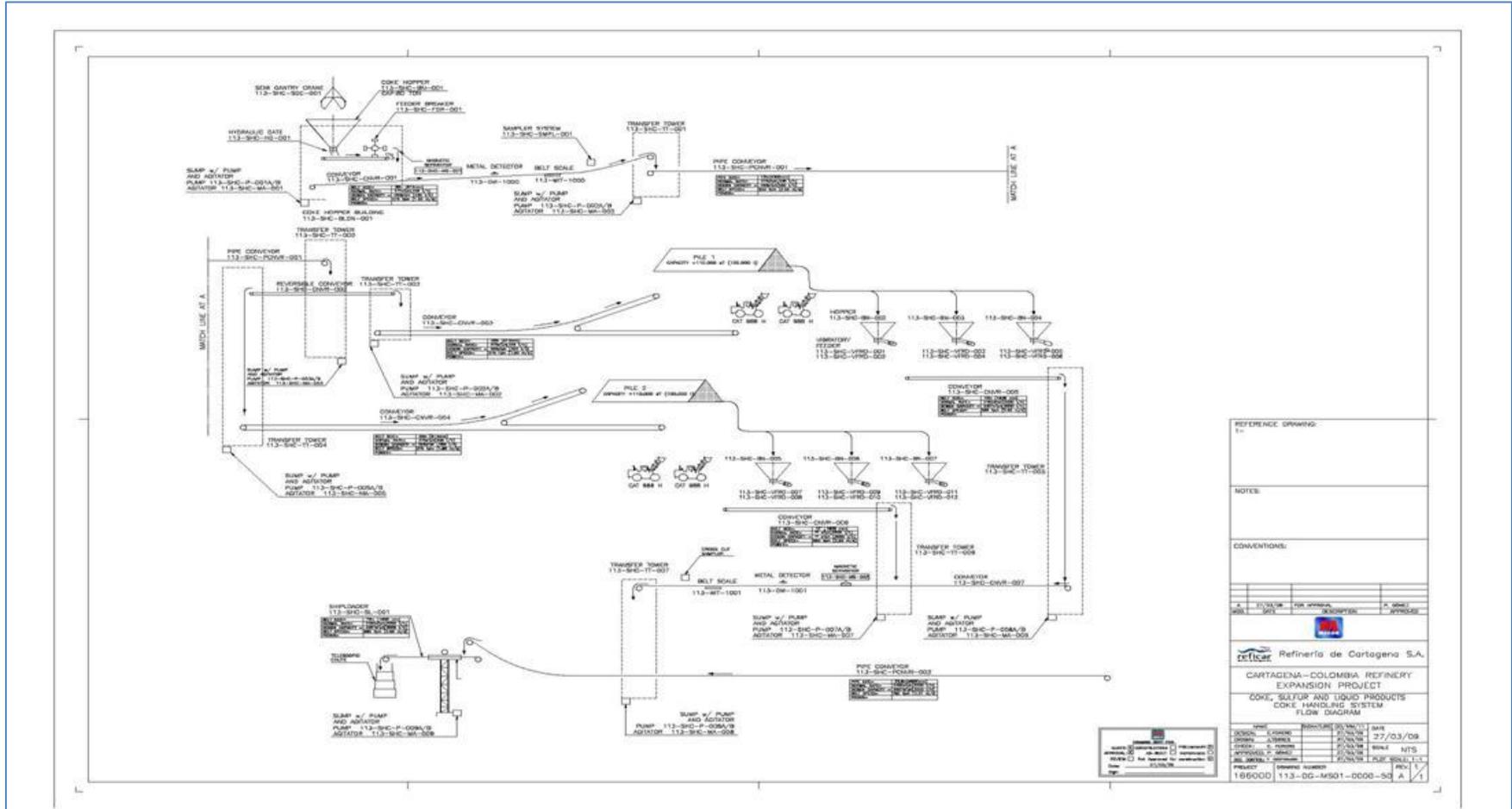
La operación del Terminal para la carga del Petcoque se inicia cuando las Torres de Transferencia 113-SHC-TT-005 o 113-SHC-TT-006 reciben el Petcoque almacenado en las bodegas a través de las bandas transportadoras 113-SHC-CNVR-005 o 113-SHC-CNVR-006 respectivamente. Es importante destacar que la carga solo se realizará por una sola banda y torre.

Estas torres están ubicadas inmediatamente después de las bodegas de almacenaje temporal de Petcoque y su función es transferir el material a la banda transportadora 113-SHC-CNVR-007, la cual descargará el material en la torre de transferencia 113-SHC-TT-007 que se ubica próxima a la pasarela del muelle. En la base de esta torre habrá un sumidero y un sistema de bombas para la recolección y transferencia del agua generada por las operaciones de limpieza hasta la unidad de tratamiento en el área de almacenaje. La torre 113-SHC-TT-007 transferirá el Petcoque a la banda 113-SHC-PCNVR-002; es de tipo tubular (completamente cerrada) con un diámetro de 60 cm y una longitud de aproximadamente 1.308 m. Esta banda tiene una capacidad de carga promedio de 2.250 ton métricas de Petcoque por hora y una velocidad de 4,01 m/seg.

La banda tubular, una vez cargada, se enrolla en una forma tubular y el material es transportado dentro de la banda enrollada. La correa de la banda tubular contiene el material dentro del tubo, protegiéndolo del medio ambiente y viceversa. Una vez que el material que es transportado se descarga, la banda regresa también enrollada en forma tubular con la parte sucia hacia el interior, minimizando la posibilidad de pérdida de material residual.

Este tipo de sistema de transporte tubular y su ubicación sobre las losas de concreto de la pasarela o *trestle* representa ambientalmente como ventaja que confina la transferencia del material evitando la generación de sólidos de Petcoque en suspensión.

Figura 2-24 Diagrama de proceso del sistema de carga de Petcoque



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Vale destacar igualmente que la ubicación de la banda tubular sobre la losa de concreto de la pasarela o *trestle*, reduce significativamente cualquier posibilidad de vertido de Petcoque al mar, ante cualquier falla o rotura de la banda, pues el material caería directamente sobre la losa de concreto y su recolección sería muy sencilla.

La banda 113-SHC-PCNVR-002 transfiere el Petcoque hasta el cargador de buques o *shiploader* 113-SHC-SL-001. Una vez que el Petcoque llega al *shiploader*, es conducido hasta el chute de descarga a través de un brazo o “boom”, el cual operara a una tasa de carga de 2.250 ton métricas por hora y una velocidad de desplazamiento de 2,95 m/seg. Este brazo de carga puede extenderse hasta una longitud de 40 m y rotar sobre su propio eje con un ángulo de 270°. Estas características le permitirán al brazo de carga, orientar con facilidad la descarga del material hacia las distintas bodegas del buque.

El coque del petróleo será descargado en el barco mediante el uso de un chute telescopio retráctil, el cual entrará en la bodega del buque, y controlará la altura de la descarga y el acomodo del material en la bodega, evitando la generación de finos de Petcoque en suspensión. Adicionalmente este chute tendrá una cuchara giratoria, que le permitirá el acomodo del material en la bodega. En la base del brazo de carga o *shiploader* habrá un sumidero y un sistema de bombeo, el cual recolectará las aguas de limpieza y las enviara a la unidad de pre-tratamiento en el área de almacenamiento temporal.

Una vez que una bodega ha sido completada, el operador detendrá el sistema en una secuencia de parada que empezara desde la paralización del sistema de cargue en las bodegas; seguirá con las bandas 113-SHC-CNVR-005/006, 007, 002 y por último el brazo de descarga del *shiploader*. Una vez que el sistema está paralizado, cerrara la cuchara del chute, recogerá éste y procederá a mover el brazo a la siguiente bodega. Esta acción evitará el derrame de material sobre la cubierta del barco o su eventual vertido al mar.

3. *Sistema de Exportación de Azufre Sólido.* Se prevé la carga de 12 buques de Azufre sólido al año con una capacidad de carga entre 5.000 y 15.000 toneladas métricas cada uno. De acuerdo a estas cifras, a través del Muelle se exportaran aproximadamente 109.000 toneladas métricas de Azufre sólido. Los buques a cargar serán del Tipo *Handimax* (Bulk Carriers) y tendrán las siguientes características:

Tabla 2-22 Tipos de buques para el cargue de Azufre

Tipo de Buque	DWT	Eslora LOA (m)	Manga (m)	Calado (m)
Bulk carriers	15.000	145	21	8,4

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Al igual que los buques a ser cargados con Petcoque, los buques de Azufre deberán ser debidamente inspeccionados y certificados para su recepción en el muelle.

En ese sentido el sistema de manipulación de Azufre sólido se inicia desde la descarga o punto de salida de la unidad de prillado como Azufre granulado, el cual será transportado en bandas selladas a un apilador radial fijo con capacidad de giro de 180°, que almacenará el Azufre en pilas de aproximadamente 15,000 toneladas. La capacidad máxima diaria del sistema es de 274 TMPD, y tendrá una capacidad de almacenaje para 60 días de producción.

El azufre en las pilas de almacenamiento será recolectado por cargadores frontales (CF), a una tasa de 650 t/h. En principio solo se requeriría de un cargador frontal, hasta que la distancia entre la pila de almacenaje y la tolva sea muy grande, y entrará otro CF, para optimizar el trabajo. Se proporcionarán dos tolvas de recepción, una en cada esquina de la pila de almacenamiento, para recibir los volcos de los cargadores. La superficie del área de almacenamiento estará hecha de concreto texturizado para evitar la dispersión de los gránulos. Cada una de las tolvas, descargarán el azufre sobre la banda transportadora que conducirá el azufre a las torres de transferencia del sistema de carga de buques.

En la Figura 2-25 se presenta el diagrama de flujo para la operación del sistema de exportación de Azufre sólido. La operación del Terminal Portuario para la carga de Azufre sólido se inicia cuando la Torre de Transferencia 114-SHS-TT-001 recibe el material apilado en el patio de Azufre sólido, mediante la banda 114-SHS-CNVR-002. Esta torre dispondrá de un sumidero donde se recogen las aguas de limpieza y un sistema de agitación y bomba, para transferir las aguas de limpieza hasta el patio de apilamiento de Azufre sólido, donde serán debidamente acondicionadas para ser re-usadas por el sistema de humectación de Azufre sólido en pila.

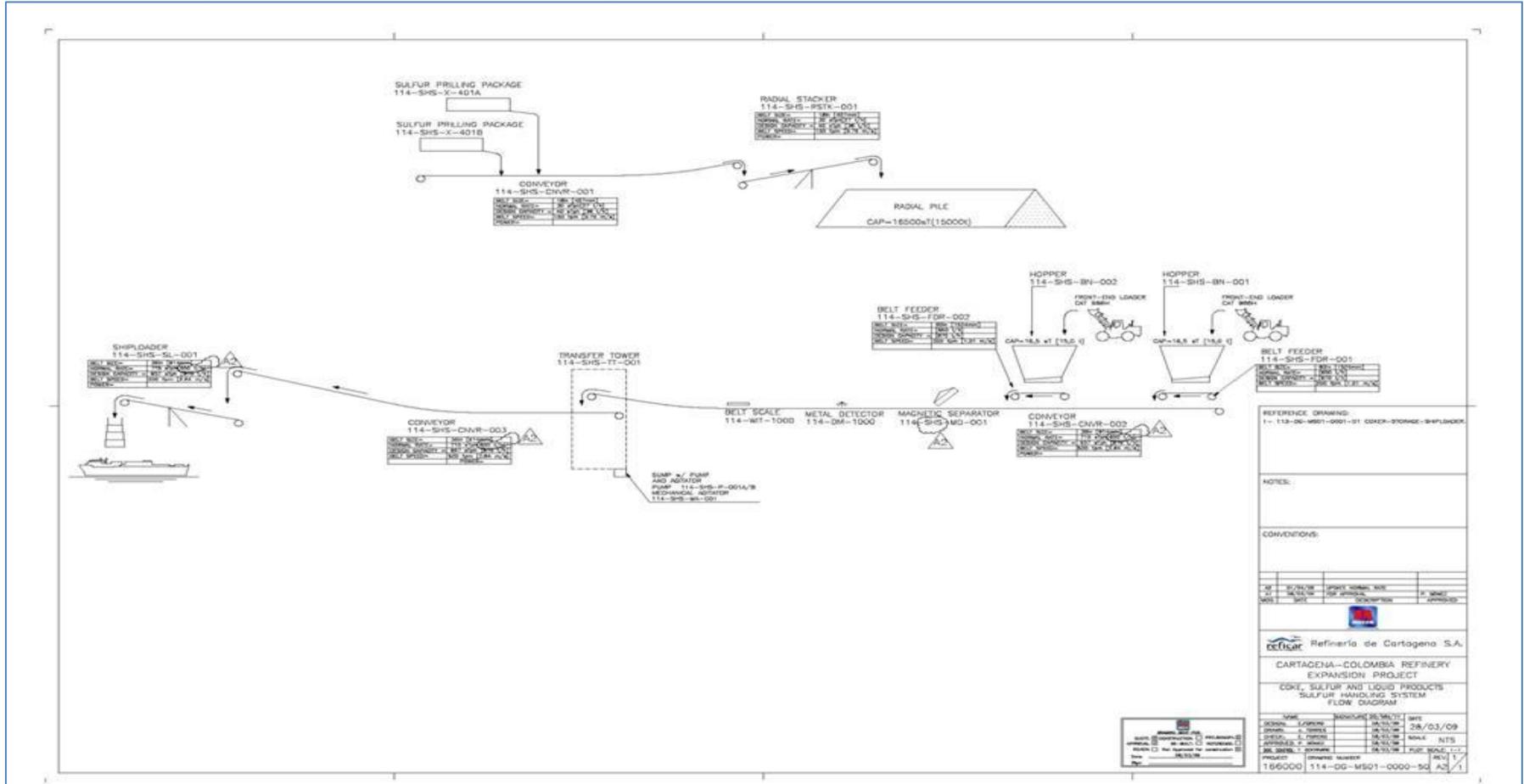
Desde la Torre de transferencia 114-SHS-TT-001, la cual se ubica al inicio del muelle, se transfiere el Azufre sólido a la banda transportadora 114-SHS-CNVR-003. Esta banda tendrá una longitud aproximada de 1.089 m y manejará una rata promedio de transferencia de Azufre sólido de 650 ton/hora. Esta banda transferirá el Azufre sólido a un cargador de barco 114-SHS-SL-001. La rata de carga de barcos será de 650 ton/hora. El sistema cargador de barco, estará provisto de un chute telescopio retráctil, el cual entrará en la bodega del buque, y controlará la altura de la descarga y el acomodo del material en la bodega, evitando la generación de finos en suspensión. Adicionalmente este chute tendrá una cuchara giratoria, que le permitirá el acomodo del material en la bodega.

Una vez que una bodega ha sido completada, el operador detendrá el sistema en una secuencia de parada que empezará desde la paralización del sistema de reclamo, siguiendo con las bandas

114-SHS-CNVR-002, 114-SHS-CNVR-003 y por último el cargador de barco 114-SHS-SL-001. Una vez que el sistema está paralizado, cerrará la cuchara del cargador, recogerá éste y procederá a mover el brazo a la siguiente bodega. Esta acción evitará el derrame de material sobre la cubierta del barco o su eventual vertido al mar.



Figura 2-25 Diagrama de proceso del sistema de cargue del Azufre sólido



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

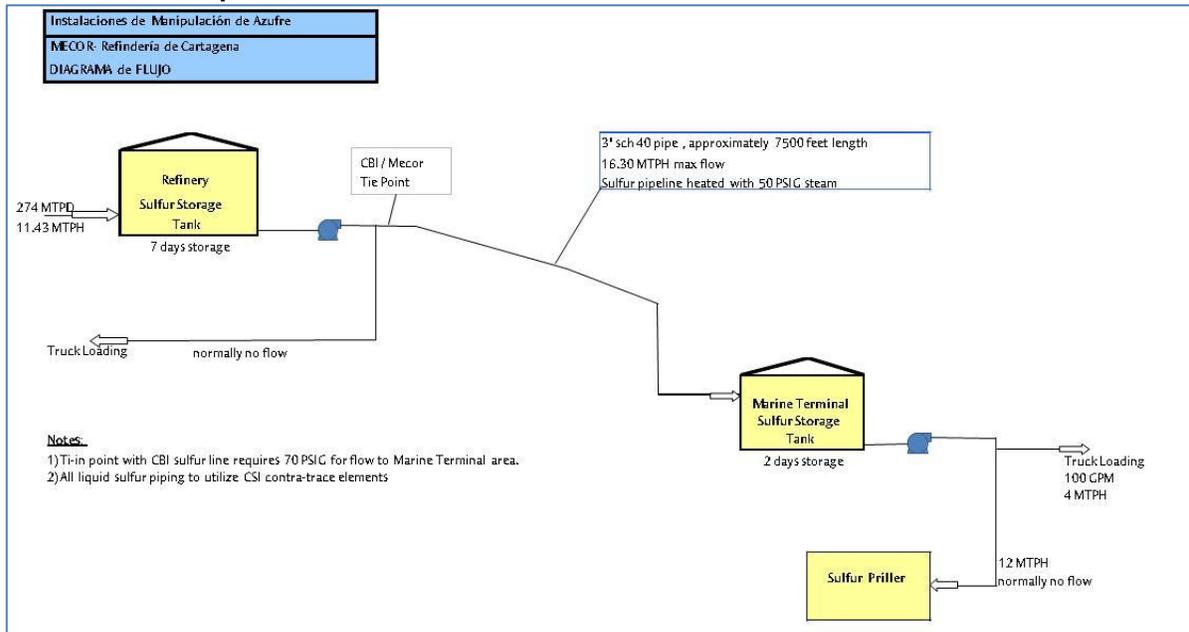
4. *Sistema de manejo del Azufre líquido.* Como ya se mencionó, Este paquete de diseño conceptual, incluye el sistema de tubería de azufre líquido, el cual se origina en la conexión cerca de las unidades 120 y 121 de la nueva configuración de la refinería de Cartagena, que permite dirigir el azufre líquido a las inmediaciones del Terminal Marítimo de Reficar. En el área del TM, se ha considerado la distribución de: un Tanque de Azufre líquido, Bombas de Transferencia de Azufre, Grillas de Cargue de Azufre Prillado y Líquido; como parte integral de sus instalaciones.

Y las bases del diseño se listan a continuación como claves de éste sistema.

- Diseño de producción de azufre líquido de la refinería – 274 TMPD o 11,43 TMPH
- Producción promedio de azufre líquido de la refinería – 183 TMPD o 7,63 TMPH.
- Capacidad de almacenamiento de azufre de la refinería - 7 días.
- La distribución de la refinería permite la construcción de una grilla o plataforma de cargue dentro de los límites de la misma.
- Propiedades del azufre líquido de la refinería: desgasificado <10 PPMw H₂S, 1,78 S.G., 280-300 F, rango de viscosidad 9-15 cps.
- Flujo de diseño de la tubería de azufre – 16,30 TMPH
- Bomba suministrar 70 PSIG de presión en el punto de quiebre entre Reficar/TM.
- Tubería de azufre, para utilizar vapor contra – trazas de elementos.
- El área del Terminal Marítimo (TM) deberá incluir: tanque de Azufre, Bombas, Grilla de Cargue de Azufre Líquido, Unidad de Prillado, Pozo y Almacenamiento de Azufre Sólido.
- El tanque de almacenamiento de Azufre del TM estará diseñado para 2 días de almacenamiento.
- Las bombas de transferencia del TM, serán diseñadas para bombear azufre prillado o líquido, de la grilla de cargue.
- Flujo de diseño (líquido, a unidades de prillado) – 12 TMPH.

Así las cosas la configuración del sistema de transporte del Azufre líquido es el siguiente:

Figura 2-26 Configuración del sistema de transporte y almacenamiento del Azufre líquido.



Fuente: Reficar, 2009. CSHS instalaciones de manipulación de Azufre Refinería de Cartagena Reficar, MECOR, 2009.

La grilla de carga de Azufre en el TM, se diseñará para cargar 2 carrotanques en simultánea. No se requiere de un sistema de recuperación de vapores, pues el azufre líquido ha sido desgasificado. Abajo se muestra un ejemplo de la configuración posible de dichas instalaciones. La estación o grilla de cargue, utilizará un sistema de carga simple y a su vez confiable, como el que se utiliza actualmente en las instalaciones de la Refinería. La tubería de azufre líquido en esta área, tendrán un recubrimiento de vapor, y finalizarán justo arriba de las escotillas de cada carrotanque; al final de la tubería fija, se acoplará una manguera flexible la cual entrará directamente en la escotilla para efectuar el llenado. El control de flujo y llenado, estará a cargo de una válvula de control. Cada estación de carga cuenta con sistema de instrumentos para ventilar los humos propios de del azufre líquido, así como elementos de anclaje para los camiones.

Figura 2-27 Ejemplo de la grilla de cargue del Azufre líquido.



Fuente: Reficar, 2009. CSHS instalaciones de manipulación de Azufre Refinería de Cartagena Reficar, MECOR, 2009.

Respecto de la Básculas en la Plataforma de Cargue de Azufre, en cada estación de cargue, se proporcionarán básculas de gran escala para los carrotanques. Las anteriores básculas, tendrán el doble propósito de controlar la carga y descarga del azufre líquido en la estación de cargue. Las dimensiones de los mecanismos de pesaje deberán ser de al menos 21,33 metros de largo por 3,35 metros de ancho.

Las básculas contarán con un diseño completamente electrónico, y no contarán con elementos de mecánicos, o de barras y estacionarios, y su capacidad bruta será de 100 toneladas. Estas básculas deberán estar diseñadas para recibir vehículos que generen 55,000 lb de presión por eje tándem, y una Capacidad de Carga Concentrada de 60,000 lb.

Deberán soportar un flujo diario de 20 vehículos, 365 días al año, durante 20 años, su calibración deberá ser a 20,000 lb, con incrementos de 20 lb y las plataformas de montaje y carga de las grilla, deberán ser de acero inoxidable, así mismo los cables deberán ser forrados en acero.

La báscula deberá cumplir con los requerimientos establecidos por el National Institute of Standards and Technology Handbook 44 (NIST H-44). El fabricante deberá proveer un Certificado de Conformidad (NTEP Certification) que cumpla con los estándares que se exigen.

5. *Sistema de Importación de Petróleo Crudo.* El petróleo crudo será descargado de los buques tanque a una rata de 40.000 barriles por hora. Se estima la descarga de unos 120 buques al año, entre 350.000 y 595.000 barriles de capacidad, totalizando un volumen importado de 40.000.000 de barriles de petróleo crudo al año. Las características de los buquetanques a emplear son las siguientes:

Tabla 2-23 Tipos de buques para la importación de Petróleo

Tipo de Buque	DWT	Eslora LOA (m)	Manga (m)	Calado (m)
	85.000	239	38	13
Oil Tanker	120.000	272	46	15,4
	150.000	284	46	16,4
	180.000	293	45,4	17,6

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

El petróleo crudo será transportado hacia la Refinería mediante una tubería de 42” de diámetro. Esta tubería tendrá una longitud total de 2.200 m, medidos desde las plataformas de carga en el muelle hasta el sitio donde se intercepta con las tuberías que van hacia el Muelle de Ecopetrol. En la Figura 2-28 se ilustra el recorrido de esta tubería.

6. *Sistema de Exportación de USLD.* El muelle estará en capacidad de exportar aproximadamente unos 25.200.000 barriles de USLD por año mediante el uso de una tubería de 24 pulgadas. Esta tubería tendrá una longitud de 2.750 m medidos entre la plataforma de carga en el muelle y el final de la avenida 3 en la refinería. La rata de carga de buques en el muelle será de 20.000 barriles por hora, manejando anualmente unos 84 buques con capacidad de 300.000 barriles cada uno. En la Figura 2-28 se ilustra el recorrido de esta tubería.

7. *Sistema de Exportación / Importación de Amoniaco.* A través del Muelle se podría llegar a manejar unas 151.200 toneladas de amoniaco líquido para lo cual se prevé poder atender unos 24 buques por año para importación y 12 buques para exportación entre volúmenes de 5.000 y 10.000 toneladas métricas. Los buques a atender en el muelle para el manejo del amoniaco tendrán las siguientes características:

Tabla 2-24 Tipos de buques para el cargue de Azufre

Tipo de Buque	DWT	Eslora LOA (m)	Manga (m)	Calado (m)
Buque tanque	30.000	179	27	11

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

El amoniaco podrá ser exportado/importado entre los tanques de almacenamiento de la Empresa Abocol y el Muelle portuario de Reficar, según los acuerdos con Abocol, mediante una tubería de 10 pulgadas de diámetro, la cual transferirá el amoniaco líquido a una rata promedio de 600 toneladas por hora. La tubería de amoniaco accederá al Terminal

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

siguiendo el mismo corredor de servidumbre que administra actualmente la Refinería. La tubería de Amoniaco tendrá una longitud total de 1.430 m comprendida entre el punto donde intercepta al corredor de tuberías (al noreste de la planta de tratamiento de aguas de la Refinería) que provienen de la Refinería y el muelle de carga. En la Figura 2-28 se ilustra el recorrido de esta tubería.

Figura 2-28 Distribución de las distintas líneas de tuberías



Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009. Ajustada por Araujo Ibarra.

8. *Sistema de tuberías de servicio.* Adicional a los demás sistemas de importación y exportación de productos líquidos, el Terminal deberá disponer de los siguientes sistemas de tuberías de servicio de acuerdo a la siguiente tabla:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Tabla 2-25 Sistema de tubería de servicio

Tipo de tubería	Cantidad de líneas	Diámetro (pulgadas)	Longitud (m)
Agua contra incendio	2	10	2760
Agua industrial	1	3	2760
Aguas aceitosas	1	4	1575
Aire	1	2	2760
Agua potable	1	2	2760
Aguas contaminada con sólidos	1	4	1510
Retorno amoniaco gaseoso	1	3	1430

Fuente: Reficar, 2009. Construcción y Operación del Terminal Portuario de Refinería de Cartagena, MECOR, 2009.

Con respecto a los servicios que necesita el manejo del Azufre Líquido, se contemplan los siguientes:

- tubería de vapor a 600 psig, proveniente de la refinería.
- Un tanque de condensación y sus respectivas bombas, en el Terminal Marítimo para bombear de regreso el vapor condensado a las instalaciones de la refinería.

2.2.5. Etapa de Abandono y Desmantelamiento

Aunque este ítem se desarrolla más adelante en el capítulo 10, en resumen y teniendo en cuenta la vida útil proyectada para la Refinería de Cartagena, se ha considerado un tiempo de vida útil de mínimo 20 años, que dependiendo en su momento de las condiciones del mercado, la tecnología, se definirá la necesidad de adelantar (o no) según corresponda, el cierre total de las operaciones a cargo, en cuyo caso se diseñaría con suficiente tiempo un plan de abandono y restauración final del sitio. En general el plan tendrá como principales ejes estructurantes los siguientes:

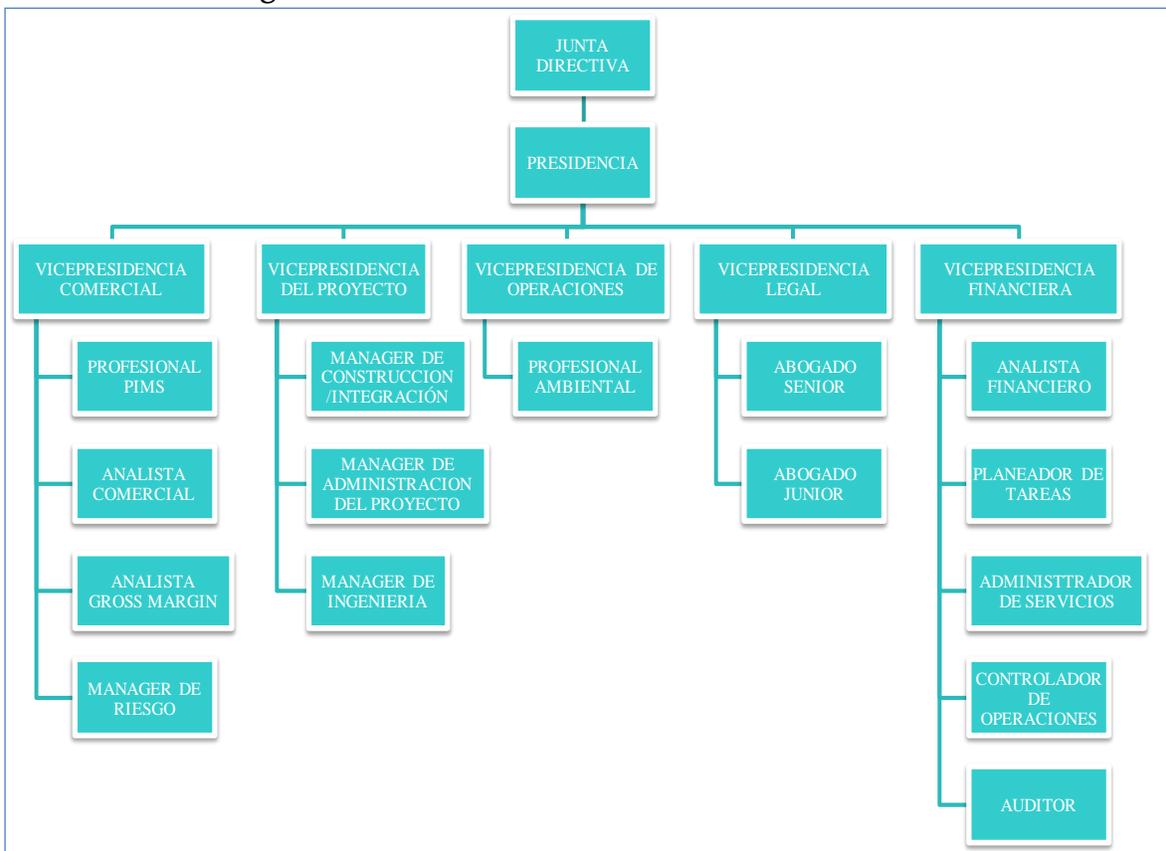
- Diseño y desarrollo de un programa social de transición, que permitirá prevenir que las decisiones que se surtan para impulsar el cierre definitivo de las operaciones a cargo y el abandono de las instalaciones del puerto de la refinería, incluido el desmonte y desmantelamiento de la infraestructura disponible, sea susceptible de generar pasivos sociales derivados de la finalización de las oportunidades de trabajo.
- Diseño, puesta en marcha e implementación de un programa de identificación, evaluación del estado, datación y manejo de inventarios tanto de los activos fijos representados (planta y equipos operando) y el estado en que se encuentren, así como de los equipos partes y piezas en desuso, mismas que tendrán que ser dadas de baja con la suficientes antelación, asegurando su adecuada disposición final, sean estos considerados chatarra o residuos (peligrosos o no según corresponda) , o materiales reutilizables y/o reciclables.

- Diseño y desarrollo de un programa de monitoreo tanto del área en tierra como en la bahía, para los fines de identificar los potenciales pasivos ambientales presentes o potencialmente acreditables a las operaciones a cargo del puerto, para los fines de establecer y planificar, conforme los resultados obtenidos, su manejo y remediación según corresponda.
- Consecuentemente con el resultado del monitoreo señalado en el punto anterior y con especial atención al sitio de operaciones de la refinería, se diseñará, cuantificará y adelantará si se identifican pasivos que así lo ameriten, un programa de recuperación ambiental del sitio, que garantice la trazabilidad y en general la integridad del lugar, frente a la existencia de contaminantes en el mismo.

2.3 Organización del Proyecto

La estructura organizacional está en función de Ecopetrol y Reficar, y son los siguientes:

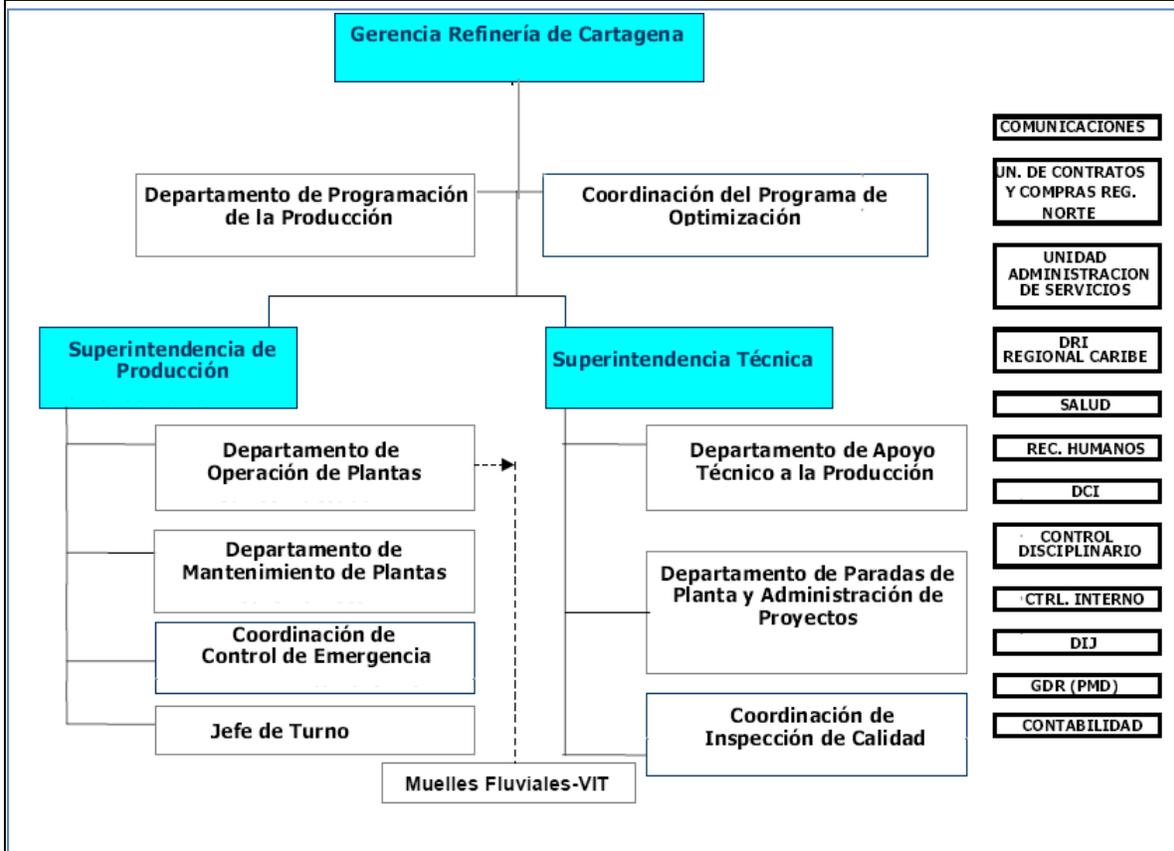
Figura 2-29 Organigrama actual para la operación del Puerto de la Refinería de Cartagena S.A.



Fuente: Reficar, 2008

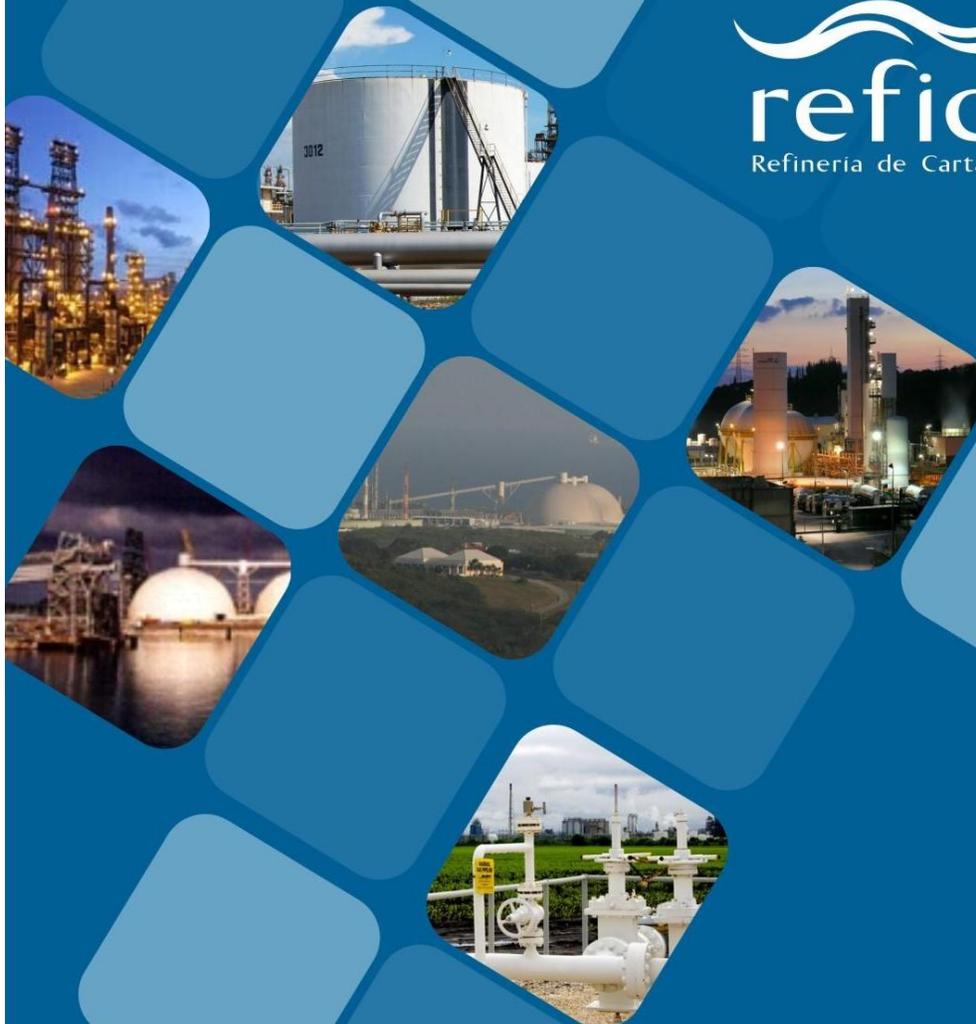
En la figura siguiente, se presenta el organigrama de Ecopetrol S.A.

Figura 2-30 Organigrama actual de Ecopetrol S.A.



Fuente: Ecopetrol S.A., 2008

La instancia responsable por la gestión ambiental del proyecto es la Vicepresidencia de Operaciones, quien cuenta con un profesional especializado en ingeniería ambiental. Durante la construcción y operación del Terminal Portuario tendrán las funciones de hacer cumplir por parte de MECOR Group S.A. lo establecido en el PMA del presente estudio, y en la operación estarán a cargo del PMA, del Plan de seguimiento y monitoreo, del Plan de contingencia y finalmente, serán responsables por la ejecución del Plan de abandono y restauración final, previsto al cumplimiento de la vida útil del proyecto en 30 años. Así mismo, durante la construcción del proyecto, son responsables por el trámite de los requisitos legales para su desarrollo, así como de la realización de las actividades de gestión y planeación necesarias para el proyecto y su operación de largo plazo, misma que se desarrollará dentro del contexto de las gestiones a cargo de la refinería de Cartagena.



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

Julio de 2009

3. CARACTERIZACION DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.1 Áreas de influencia

El área de influencia del proyecto objeto del presente Estudio de Impacto Ambiental, presenta diferentes enfoques que dependen expresamente del tipo de impacto potencial que se pueda presentar para cada componente ambiental, sean estos: agua, aire, suelo y ámbito socio económico según sea el caso.

Si bien Reficar es la empresa responsable de la modernización y optimización de la Refinería de Cartagena, es también la empresa que busca otros mercados para sus productos, como es el caso el Petcoque tipo ánodo, el tipo fuel, el Azufre y los destilados del Petróleo con un valor agregado referido al bajo contenido de Azufre; por ello, es necesario contar con una infraestructura para su exportación y desde luego, contar con los medios de importar crudo. Aunque Ecopetrol cuenta con dos terminales portuarios, si se considera las demandas futuras del proyectos de ampliación de la refinería, aunado a la oferta de crudos aptos para garantizar el suministro propio de las dietas de la refinería modernizada, claro es reconocer que esta, sumada a la infraestructura actual, no posee instalaciones aptas para exportar Petcoque, Azufre y Diesel de bajo contenido de Azufre y menos aún garantizar el suministro de petróleo necesario para su cabal funcionamiento y operación. Lo anterior registra cómo la influencia del proyecto tiene un ámbito local, regional y nacional, no solo desde el punto de vista socioeconómico, pero como se ha determinado para la misma refinería en su nueva conformación, el impacto local es el de mayor relevancia para el presente estudio, teniendo en cuenta que será en la Bahía de Cartagena, donde se adelantará de manera integral su operación.

Por lo anterior es necesario precisar el concepto de área de influencia del proyecto (para el caso del puerto de Reficar), mismo que como resultado del ejercicio técnico adelantado, se explica a continuación. Aclarando que las áreas de influencia presentadas para las operaciones portuarias se adicionarán a aquellas definidas por la Resolución 2102 de 2008 para las plantas nuevas de la refinería de Cartagena.

3.1.1 Área de influencia directa (AID)

Teniendo en cuenta los Términos de Referencia oficialmente adoptados por el MAVDT para el caso, se sabe que el área de influencia directa del proyecto, es aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación y está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada¹⁴; por consiguiente, se

¹⁴ Términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental de proyectos de construcción y/o ampliación de puertos marítimos de gran calado - pu-ter-1-02, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006. p. 12.

determinó que el área de influencia directamente asociada al desarrollo de la infraestructura portuaria que se presenta como complementación al Plan Maestro de la Refinería de Cartagena, está definida como la zona geográfica que podría verse afectada por las actividades asociadas a la construcción y operación del puerto en los componentes geosférico y bioecológico. Desde luego su influencia sobre el tráfico naviero en la Bahía de Cartagena, para lo cual y en su conjunto, se ha considerado que el área de influencia directa del componente propio del Puerto de Reficar, hace referencia al área de afectación ambiental por las operaciones del mismo, siendo esta limitada al canal de acceso de Bocachica, el área de maniobras y atraque así como el corredor de aproximación de buques a la pasarela del terminal portuario de Refinería de Cartagena S.A.

Lo anterior se precisa bajo la premisa y necesidad de adelantar la identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales y sociales susceptibles de generarse durante la ejecución de las actividades de construcción y operación del terminal portuario de Reficar, que se adelanta para el caso siguiendo la metodología introducida por el Banco Mundial, que caracteriza los impactos según su importancia y magnitud. Así, además de prever que ninguno de los componentes ambientales del área se vea afectado negativamente de forma sensible por el desarrollo y las condiciones de operación normal del Puerto, debe considerarse no obstante que alrededor del futuro Puerto se ubican otros terminales marinos, que necesariamente se suman en sus impactos potenciales o futuros, a los eventuales impactos a ser generados por el proyecto de interés.

Figura 3-1 Área de influencia directa (AID) del proyecto



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A. Imagen tomado de Google Earth, abril de 2009.

3.1.2 *Área de influencia indirecta (AII)*

Como bien se expresa, el área de influencia indirecta para el proyecto, se refiere a aquella área donde los impactos trascienden el espacio físico y su infraestructura asociada, y se extiende hasta donde se manifiestan o en función de las condiciones prevalecientes, podrían manifestarse tales impactos.¹⁵ En ese sentido y una vez analizada la información del proyecto sobre sus impactos ambientales potencialmente más significativos, y teniendo en cuenta el mismo criterio que permitió la definición del AID, pero destacando el componente socioeconómico y la actividad diaria que se surtirá en el Terminal Portuario, se ha considerado que esta área corresponde al Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias.

Es de entenderse que la importancia del proyecto en su conjunto, que no solo el componente portuario por si solo trasciende las áreas identificadas, y como ya se expresó

¹⁵ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006. Óp cit, p. 12.

en el EIA que condujo a la modificación de la Licencia Ambiental otorgada para la Ampliación de la Refinería de Cartagena, resulta por sí mismo de un gran impacto para el desarrollo del país, por lo cual se considera que no se minimiza esta importancia con la definición de esta área de influencia indirecta que para los efectos propios del terminal portuario de la refinería se define.

Dado lo anterior, y con base en la identificación de las áreas de influencia pertinentes, a continuación se desarrolla el análisis del estado de línea base ambiental y social del entorno del proyecto, prestando especial atención a aquellos componentes sobre los cuales identifica preliminarmente, habrá una interacción directa o indirecta por parte del proyecto.

3.2 Medio Abiótico

3.2.1 Geología.

El Caribe Colombiano se enmarca dentro del contexto tectónico definido por la “Unión Triple del Darién”, que involucra el norte de Colombia, el noroccidente de Venezuela y el oriente de Panamá, donde interactúan las placas de Nazca, Caribe y Suramericana. (Ver Plano 3-1)

En la zona costera del Caribe se presentan nueve provincias:

- Cosinas y Ruma, correspondientes al área de la Alta Guajira. Cosinas conformada por rocas metamórficas y sedimentarias de las formaciones asociadas a la serranía de Macuira (Paleozoico) y Jarara (cretáceo superior) afloran en la región de punta espada; rocas sedimentarias calcáreas del terciario se encuentran distribuidas a lo largo de la franja costera y Ruma, por rocas ígneas ultrabásicas serpentinizadas, perteneciente a la Serranía del Carpintero.
- Baja Guajira, constituida por depósitos clásticos continentales y marinos.
- Sevilla, formada por un conjunto simático de nieves y exquistos.
- Santa Marta, constituida por el batolito del mismo nombre y rocas metamórficas.
- San Jorge – Plato, compuesta por hemipelágitas y turbiditas y una secuencia de depósitos fluviales lacustres.
- Sinú, representada por anticlinorios dentro de los cuales afloran lodolitas y carbonatos.
- San Jacinto, conformada por pelitas del cretácico tardío intercaladas con basaltos y diabasas.

- Cañas Gordas, formado por depósitos recientes aluviales, eólicos y deltaicos asociados al delta del río Atrato.¹⁶

Al respecto de las mismas, el área del Distrito de Cartagena de Indias hace parte de la formación conocida como el terreno o cinturón del Sinú, que se extiende desde la falla de Dabeiba, localizada al sur en la zona central del Golfo de Urabá, hasta interceptar el borde costero, entre las ciudades de Cartagena y Barranquilla. Este cinturón del Sinú queda separado al *este* del cinturón de San Jacinto por el lineamiento del Sinú, que tiene una orientación N-S.¹⁷

El Cinturón del Sinú está constituido por formaciones de turbiditas, hemipelagitas y depósitos marinos terrígenos, con edades que van desde el Oligoceno hasta el Plioceno, con la presencia de afloramientos, principalmente en el borde costero de rocas sedimentarias, conformadas principalmente por intercalaciones de arcillolitas, limonitas, lodolitas y, en menor proporción, conglomerados y esquistos, que incluyen la presencia puntual de calizas arrecifales en las cimas y en los afloramientos de tierras (tal como se observa en la Isla de Tierra Bomba). En el marco de los ambientes descritos, el periodo Cuaternario, en la región está representado por depósitos de origen fluvial y marino.¹⁸ (Ver Figura 3-2).

En este cinturón es común que se presente el fenómeno de diapirismo o afloramiento de lodo, que conforme varios autores como Duque-Caro y otros, está caracterizado por la formación de estructuras cónicas, conocidas como volcanes de lodo, y otras deformaciones. Dentro de estas estructuras, la más conocida es la del volcán del Totumo, ubicado al norte de Cartagena¹⁹. (Ver Plano 3-1 Geología del área de influencia del proyecto).

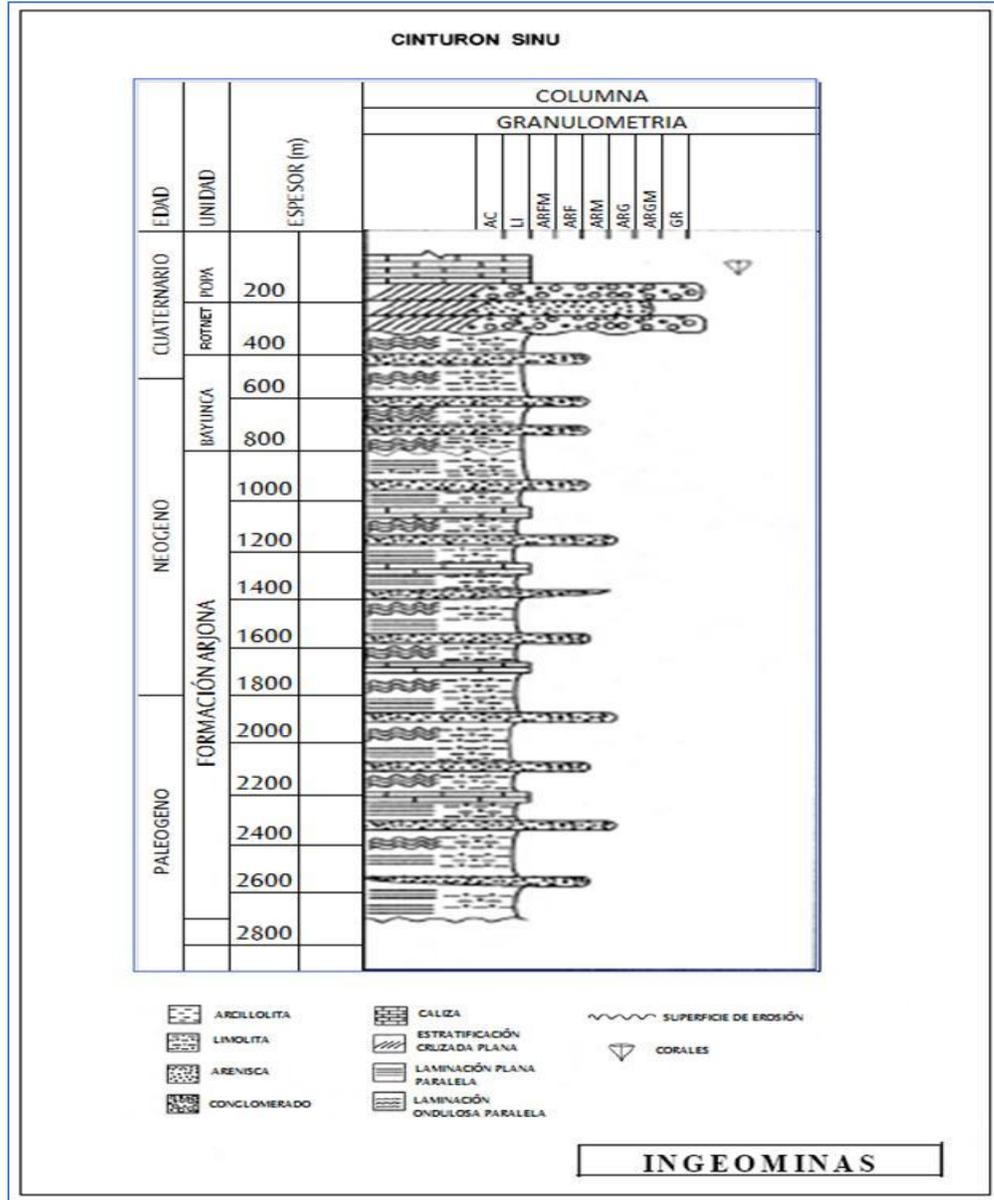
¹⁶ Guía Ambiental para Terminales Portuarios, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004, p. 96.

¹⁷ MARTINEZ, J. et al. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. Publicaciones geológicas especiales. No. 21. Bogotá: INGEOMINAS, 1998. p. 21-24.

¹⁸ DUQUE-CARO, H., Geotectónica y evolución de la región noroccidental colombiana. Boletín Geológico. INGEOMINAS. Volumen No. 19 y No. 3. 1980. En: *Ibíd.* p. 23.

¹⁹ AGUILERA J. Estudio Oceanográfico de las aguas frente a la Ciénaga de los Vásquez. Proyecto Muelle Granja Camaronera ARANA. Municipio de Cartagena. 1.992.

Figura 3-2 Columna estratigráfica generalizada del Cinturón del Sinú



Fuente: Colombia Planchas 23 – Cartagena, 29 y 30 Arjona, Ingeominas, Memoria explicativa, 2001, p. 20

Este cinturón se localiza en el costado oriental de la ciudad de Cartagena y en el afloramiento, de la más antigua a la más joven, las formaciones Arjona, Bayunca, Arroyo Grande y La Pópa, resultando las dos primeras del interés para el desarrollo del presente estudio. Estas se identifican así:

La formación Arjona designa en primera instancia una secuencia de sedimentos marinos, del Eoceno, y que se correlaciona con el denominado “Carmen Group” propio del área del río Magdalena. En esta se redefine la unidad al norte y noreste de la localidad de Arjona,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

donde establecen dos formaciones geológicas básicas,, una inferior conformada por lodolitas y areniscas, y una superior con predominio de areniscas, la cual presenta una morfología ondulada levemente contrastante con la Formación San Cayetano.

Por su parte, la formación Bayunca registra una morfología suave, ondulada a plana y su descripción se hace con base en afloramientos aislados ubicados entre la localidad de Pasacaballos y el caserío de Albornoz, precisamente en el sector donde se asienta la Refinería de Cartagena.

3.2.2 *Geomorfología.*

En la zona costera del litoral Caribe se presentan una gran variedad de geoformas de origen continental, marino, fluvial y mixto (fluvial y marino); evidenciándose un dominio de las unidades geomorfológicas asociadas a costas bajas con respecto a las elevadas, lo que coincide con la expresión de “Llanura Caribe”. (Ver Plano 3-2).

Dentro de las unidades bajas más sobresalientes están: la llanura costera que alterna con planos aluviales localmente localizados por manglar; esta geoforma, dada su gran extensión muestra sus mejores expresiones al norte y noreste de la Ciénaga Grande de Santa Marta, en los sectores interiores de la Bahía de Barbacoas y en los Golfos de Morrosquillo y Urabá respectivamente.

Otras georformas asociadas a costas bajas son los salares o zonas de inundación, lagunas costeras, llanuras de manglar, barras - barreras y espigas, playones, playas, cuerpos de dunas y playas propios de las áreas de interés cercanas y aledañas a la bahía de Cartagena y la de Barbacoas al sur.

Entre las unidades geomorfológicas asociadas a costas elevadas se destacan los cerros y colinas, algunos de los cuales forman agrestes acantilados; sobresaliendo la Sierra Nevada de Santa Marta y la zona montañosa del Darién. Igualmente son importantes las plataformas de abrasión elevadas, que tienen su máximo desarrollo en el borde costero de la Península de la Guajira y en los departamentos de Córdoba y Antioquia; y las costas elevadas de terrazas marinas.²⁰

La Bahía de Cartagena, ubicada en la parte central del Caribe colombiano, tiene una extensión meridional de 16 km y la zonal alcanza 9 km. El área del espejo de agua es de 82.6 km², la profundidad promedio es de 16 m y la máxima es alrededor de 30 m, siendo considerada como el principal componente y necesariamente el principal aportante de aguas del sistema de caños y lagunas de Cartagena.

²⁰ Guía Ambiental para Terminales Portuarios, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004, p. 96 – 97.

La bahía está conectada con el Mar Caribe a través de varios estrechos. En el norte, el paso entre la isla de Tierrabomba y el Laguito, en la península de Bocagrade, que tiene la Escollera con una profundidad entre 0.6 y 2.1 m y con un ancho de 2 km. En el sur hay tres estrechos, uno de los cuales es Bocachica, el actual canal de navegación, con una profundidad de unos 30 m y ancho de 500 m; otro es el canal de Varadero, con una profundidad de 2 m y un ancho de 500 m; y un último es el conformado entre las islas Draga y Abanico, con profundidad de 2 m y ancho de 300 m. (Carta náutica Col 268).²¹

En el sur de la bahía desemboca el canal del Dique aportando a esta, aguas dulces provenientes del río Magdalena. El canal tiene en su desembocadura un ancho aproximado de 100 m, una profundidad variable entre 2 y 3 m y un caudal de entre 55 y 300 m³ s⁻¹. El límite máximo fue estimado con base en los cálculos hidráulicos y está confirmado por las mediciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, en función de sendas campañas adelantadas por el Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de las Flores (CORMAGDALENA-Universidad del Norte), tomando para el caso como base los datos registrados en Pasacaballos el 20 de agosto de 2001.

La bahía es moldeada por la formación de barreras naturales de coral que se extendieron paralelamente a la costa y se consolidaron hacia finales del período Cuaternario Superior; así y antes de promover el Mintransporte de la época la conexión del Canal con esta, la Bahía era catalogada como un ecosistema típicamente marino, con una presencia de arrecifes de coral bastante importante. No obstante lo anotado y producto de los cambios introducidos por las actividades de dragados adelantadas desde 1936, actualmente es considerada como un sistema típicamente estuarino, mismo que se consolidó con el ingreso de las aguas del Canal del Dique a la bahía a partir de la fecha anotada, con ocasión de la apertura de la boca de Pasacaballos, que hoy aporta una descarga sedimentaria importante, calculada en un 30% de los cerca de 10 millones de metros cúbicos de sedimentos anuales que ingresan del río Magdalena por el municipio de Calamar.^{22,23,24}, todas las veces que el 70% restante se deposita en el mar Caribe a través del sistema del Caño Correa y en la Bahía de Barbacoas a través de los caños Matunilla y Lequerica²⁵.

²¹ Lonin, S. Modelación de dispersión y difusión de contaminantes en la Bahía de Cartagena. OCEAMET. 2009, p. 6 - 7

²² Schaus, R.H. Circulación y transporte del agua en la Bahía de Cartagena de Indias, mediante su representación por el modelo hidrodinámico numérico de circulación. División de Oceanografía. Armada nacional. Bogotá., 1974. 49 p.

²³ PAGLIARDINI, J.L. Síntesis Proyecto Bahía de Cartagena. Bol. Cient. CIOH No. 4. Cartagena, 1982. 79 p.

²⁴ AGUILERA, María. El Canal del Dique y su Subregión: Una Economía Basada en la Riqueza Hídrica. Banco de la República: Cartagena de Indias, 2006. p.27.

²⁵ VIÑA-VIZCAINO, G. 1989. Impacto del dragado en las zonas de manglar del canal del Dique (Colombia). *Bull. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine, Bourdeaux* 45: 177-188.

Los aportes del Canal del Dique, con un caudal estacional estimado entre 55 y 300 m³/s, transporta en arrastre de fondo y en suspensión, una carga sedimentaria cercana a los 3´500.000 metros cúbicos anuales²⁶⁻²⁷²⁸. Esta carga sedimentaria, de origen terrígeno, está representada principalmente por limos y arcillas, con un bajo porcentaje de arenas. Los sólidos en suspensión pueden superar, a la altura de Pasacaballos, los 1,000 mg l⁻¹, carga que al llegar a la boca, por el choque con el agua salobre de la Bahía, sufre un proceso importante de floculación y sedimentación en una parte, lo cual obliga a realizar un dragado periódico en la boca del canal²⁹.

El proceso de floculación que se presenta en la boca del canal, sumado al aporte de lodos gruesos y a la forma en que se ha dispuesto el material dragado en las diferentes campañas de mantenimiento, ha generado un avance del sistema micro deltaico, el cual alcanza un poco más de dos kilómetros, conformado por los diques sedimentarios a ambos lados de su cauce y por una isla depósito o botadero (Ver Figura 3-3).

Figura 3-3 Fotografía panorámica de la desembocadura del Canal del Dique en la Bahía de Cartagena



Nota: Obsérvese el avance del delta con la formación de los diques sedimentarios y una isla conformada por el material de dragado. En la parte inferior, se puede ver la piscina botadero. Fotografía facilitada por Alberto Iglesias - Carbones del Carare, 2006.

²⁶ *Ibíd.*, p 6.

²⁷ AGUILERA, María. *Óp. cit.* p.27

²⁸ VIÑA-VIZCAINO, G. *op.cit.* p 26

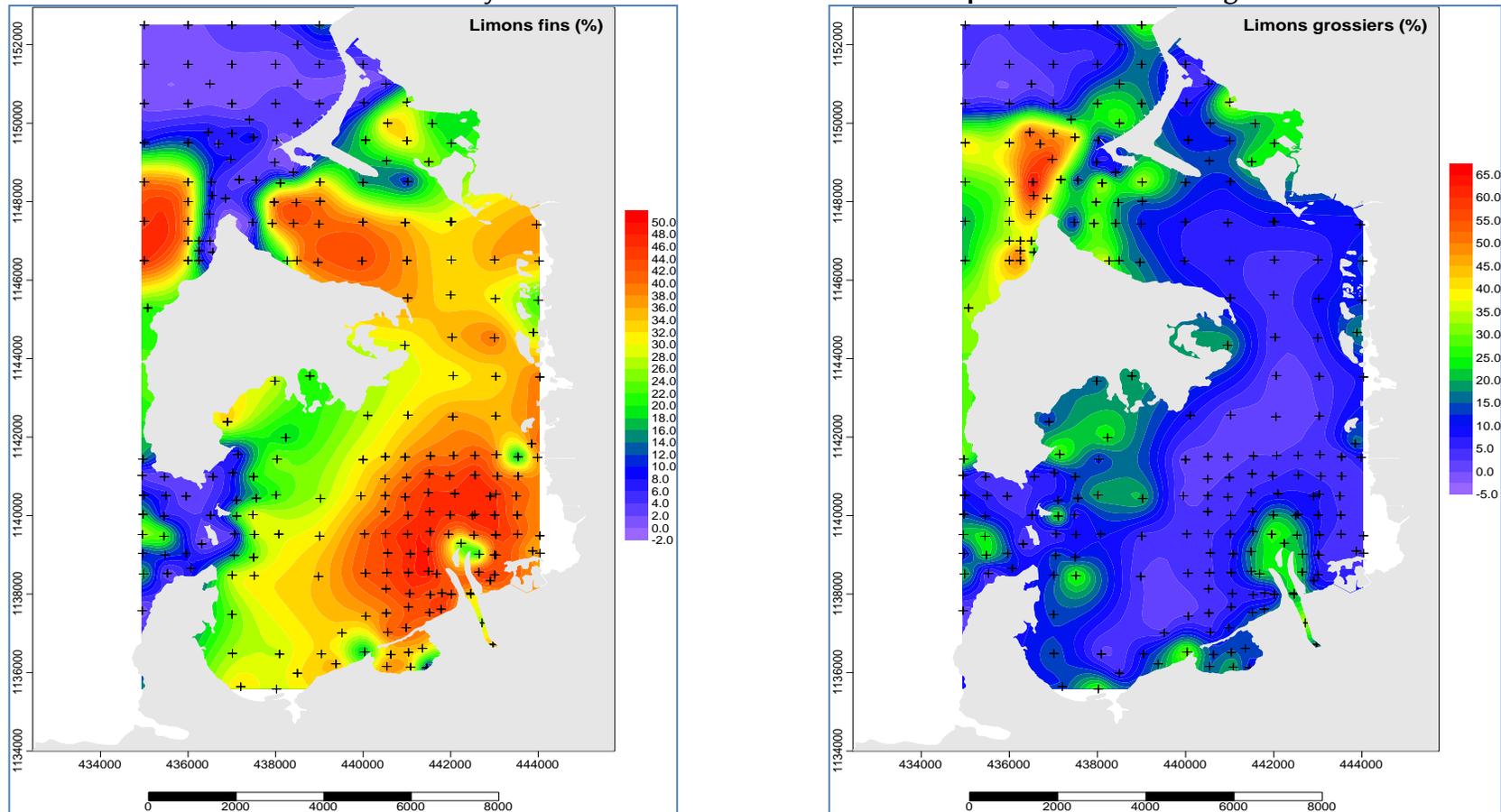
²⁹ LONIN, S. *Óp. cit.* p. 7.

Fuente: Reficar 2008, Estudio de Impacto Ambiental para la modificación de la Licencia Ambiental del proyecto de construcción y operación de las nuevas plantas de la refinería de Cartagena, Araujo Ibarra & Asociados S.A., 2008.

Los lodos finos que no se quedan en la desembocadura junto con las arcillas, que por ser más finas son transportadas un poco más lejos, se depositan en la parte central de la bahía y a lo largo de los canales existentes en el lado este de este cuerpo de agua, entre la ribera y las formaciones de arrecifes fósiles franjeantes, actualmente colonizadas por parches de manglar (Ver Figura 3-4).

Otra fuente de material terrígeno a la bahía la constituyen las arenas, lodos y arcillas transportadas por la escorrentía de las aguas lluvias, que erosionan los cerros y formaciones elevadas circundantes, como es el caso del cerro Albornoz y del de la Popa; este último, constituido por material arenoso con algunas intercalaciones de arcillas y limolitas, ha sido sometido, por la acción antrópica sobre sus laderas, al retiro de la capa vegetal que protegía su suelo, altamente friable y susceptible a la erosión superficial, siendo hoy en día fuente de serios procesos de inestabilidad en sus laderas, afectando varios desarrollos habitacionales que por ser de tipo marginal, implican sensibles problemas no solo ambientales sino sociales y económicos para la ciudad.

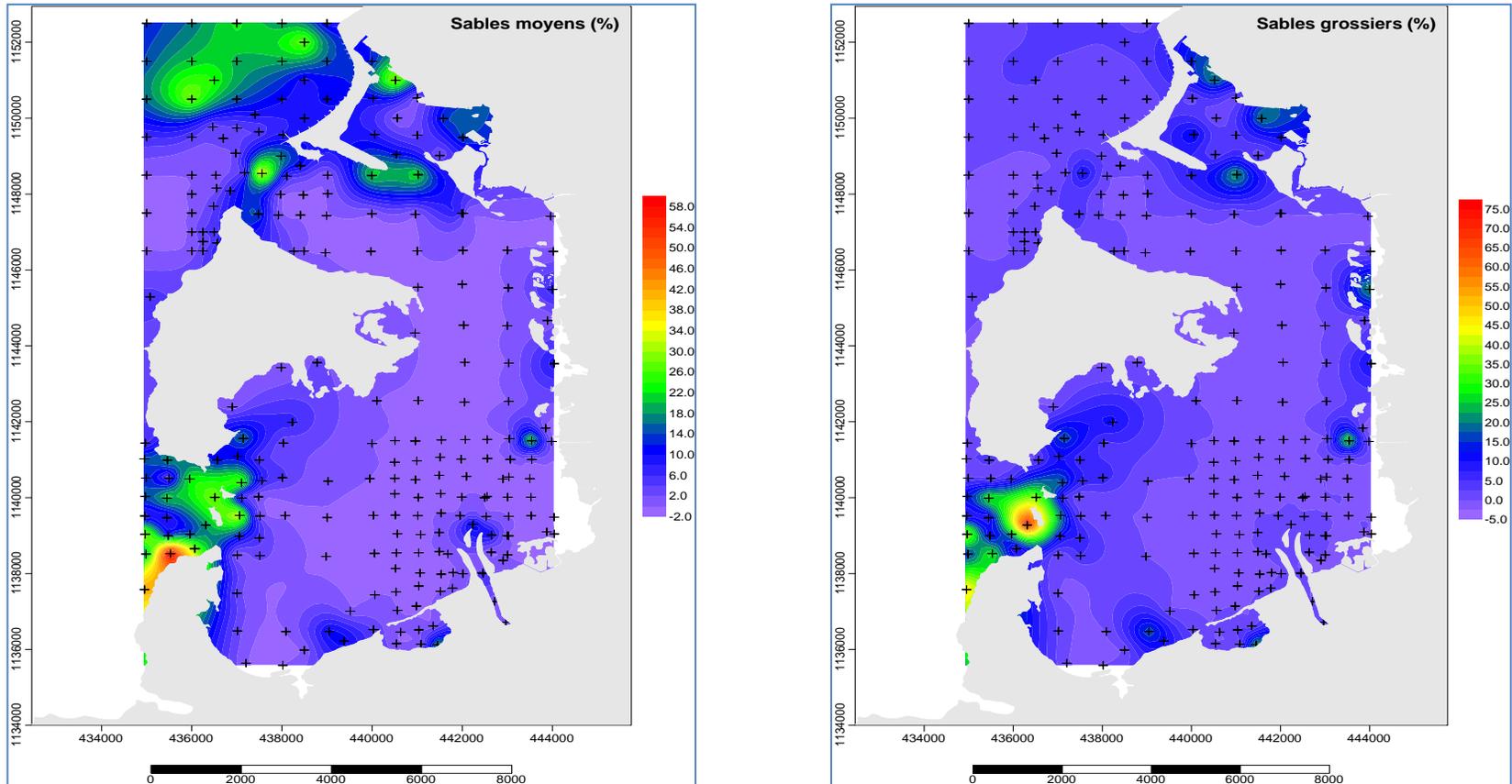
Figura 3-4 Composición, en %, de los limos finos y los limos gruesos que se encuentran en el lecho de la bahía, de acuerdo con los resultados del Proyecto Modelo Geodinámico de Bahía Tropical – Bahía de Cartagena de Indias



Fuente: Convenio interinstitucional CNRS de Francia, DENAP – DIMAR – CIOH de Colombia. 2003

La dinámica costera es otra de las fuentes de aporte de sedimentos a la bahía de Cartagena. En el sur, el aporte de arenas medianas y gruesas proviene de la erosión de las playas coralinas de la isla Barú, las cuales son transportadas por la corriente de deriva costera, hasta los estrechos de Varadero, Draga y Bocachica. De igual forma, al norte de la Bahía, por el paso de Bocagrande ingresan las arenas finas transportadas por la corriente de deriva litoral, generada por la acción del oleaje que baña y erosiona las playas y formaciones costeras al norte de Cartagena. Estos aportes históricos han dado origen a las flechas sedimentarias de Castillogrande y del Laguito y actualmente son los responsables por el cierre casi permanente de la boca del Laguito (Figura 3-5 y Figura 3-6).

Figura 3-5 Composición en % de las arenas medianas y las arenas gruesas que se encuentran en el lecho de la bahía, de acuerdo con los resultados del Proyecto Modelo Geodinámico de Bahía Tropical – Bahía de Cartagena de Indias



Fuente: Convenio interinstitucional CNRS de Francia, DENAP – DIMAR – CIOH de Colombia. 2003.

Figura 3-6 Esquema de la dinámica marina en el sector de Bocagrande



Fuente: Elaboración Unidad Desarrollo Energético & Ambiental, ARAUJO IBARRA & ASOC. S.A., 2007.

La apertura y conexión del Canal del Dique con la Bahía de Cartagena generó grandes cambios ambientales y morfológicos en esta, al introducir agua dulce, elementos en disolución, partículas en suspensión y materiales de arrastre, con lo cual se alteraron las condiciones físicas, químicas y sedimentológicas de sus aguas, originándose una sucesión y transformación ecológica y ambiental profunda de la misma, que representó el debilitamiento y muerte de las formaciones coralinas originalmente presentes en el interior de la Bahía, y la colonización de las riberas y terrazas coralinas por formaciones de manglar, con lo cual se dio la transformación de la Bahía, pasando de ser un ambiente típicamente halo-halino a uno típicamente estuarino,³⁰ siendo característico la salinidad superficial, que varía entre 0 y 30, en distancias cortas (unos kilómetros), entre la desembocadura del canal y las bocas de la bahía. Como consecuencia de este hecho, la estratificación salina es el principal factor que influye en la dinámica de la bahía, formada,

³⁰IDEADE, Cartagena, ambiente y desarrollo. Pontificia Universidad Javeriana. COLCIENCIAS, OEA: Bogotá, 1993, p 110.

por lo general, por el flujo de aguas dulces del Canal del Dique, al cual se suman tanto los vientos como la marea.³¹.

Respecto al predio donde se encuentra ubicado el proyecto del Puerto de la Refinería de Cartagena S.A., complementario del proyectos de ampliación y modernización de la Refinería de Cartagena, vale señalar que forma parte de la planicie costera, presentando una morfología suave - de ondulada a plana, rodeada de colinas y cerros de poca altitud, como los de Albornoz, que se extienden hasta alcanzar el borde de la Bahía de Cartagena.

Figura 3-7 Representación tridimensional del área montañosa cercana al proyecto

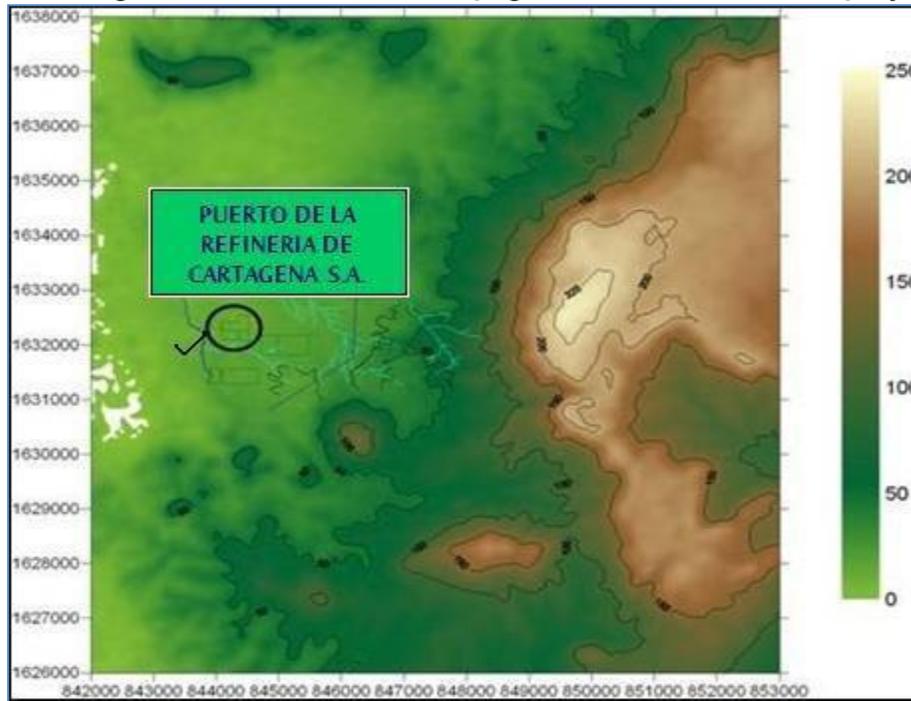


Fuente: Elaboración Araujo Ibarra & Asociados S.A.

(Ver el Plano 3-2 geomorfología de la zona, el Plano 3-3 topografía del área aledaña y el Plano 3-4 Batimetría de la Bahía de Cartagena.)

³¹ Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la Licencia Ambiental de la Refinería de Cartagena S.A., Araujo Ibarra & Asociados S.A., Unidad de Desarrollo Energético y Ambiental. 2008.

Figura 3-8 Diagrama de contorno de la topografía del área cercana al proyecto



Fuente: Elaboración Araujo Ibarra & Asociados S.A.

3.2.3 Suelos.

Los suelos (continentales) donde se ubicarán las instalaciones administrativas y operativas del Puerto de la Refinería de Cartagena, se caracterizan por la presencia de depósitos arcillosos y areno-arcillosos, con variaciones faciales de arenas cuarsíticas, dispuestas a manera de lentes, las cuales se manifiestan principalmente en los sectores central y sur del terreno de la misma.³²

Así mismo, vale destacar que mediante el Acuerdo No. 33 del 3 de octubre de 2007, por medio del cual se modificó excepcionalmente el Decreto Distrital 977 de 2001 del Plan de Ordenamiento Territorial, (Anexo 3-1) se establece como usos del suelo permitidos para el área del proyecto, exclusivamente los usos industriales tipo 2 y 3, por lo cual, no existe conflicto entre el POT y el alcance y dimensiones propias del proyecto. (Ver Figura 3-9 y el Plano 3-5).

³² HIDROGECOL. Informe de Perforación de Piezómetros en la Refinería de Cartagena ICP. 1996. En: CALIDAD AMBIENTAL. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Plan Maestro Refinería de Cartagena. Cartagena. 1997. p. 60.

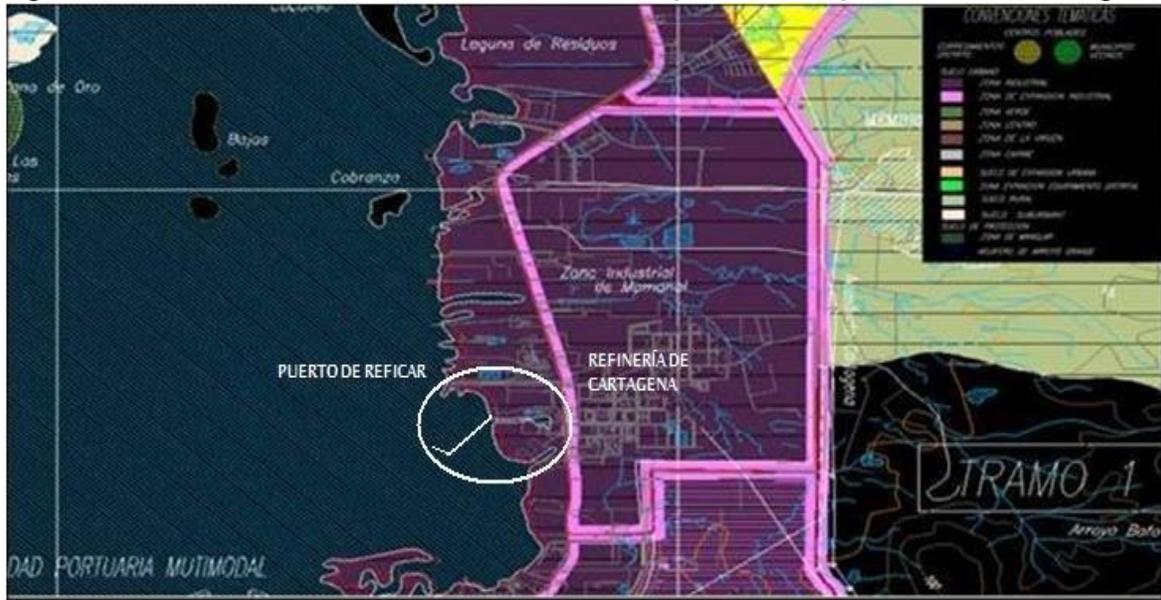
Aparte de lo señalado y conforme la cartografía del POT de Cartagena, sobre el margen occidental de la carretera denominada variante Mamonal, en la que existe un plano de inundación, se señala una demarcación de falla geológica y se identifica como hito a considerar en el desarrollo del proyecto, el paso de la infraestructura de energía de alta tensión.

En lo atinente a la zona costera aledaña, vale destacar que todo el litoral costero tiene como demarcación una declaración de zona de manejo especial, que abarca el conjunto de la Bahía de Cartagena. De otro lado y sobre el delta del canal del Dique, se delimita la zona de manglar y hacia el sur, la zona de protección del Parque Cacique Dueto.

Hacia el sur y ya por fuera de la bahía de Cartagena propiamente y en consecuencia sin ninguna influencia sobre la misma, se destaca el caño Lequerica que cuenta con una zona de manglar expandida producto del avance del micro delta artificial del Dique, que alimenta y conecta el Canal con el área nor-oriental de la Bahía de Barbacoas conformando el borde oriental de la denominada Isla de Barú, la cual registra la zona hoy delimitada como de pesca artesanal, mientras que por su parte la Bahía de Cartagena tiene veda permanente para la pesca, derivada de decisiones emanadas del INDERENA en el años 1983, confirmada en el año 1992 y sostenida a la fecha por las autoridades competentes o relacionadas esencialmente por no haberse revisado a fondo las causas (en su momento el INPA y hoy el Minagricultura a través de su Oficina de Pesca Continental).

Es de destacar con respecto a las zonas de interés mencionadas, que salvo algunas áreas del territorio que surca el Canal del Dique entre el Caño Matunilla y la Bahía de Cartagena, las áreas que registran hoy una protección al patrimonio arqueológico regional, y que fuesen identificadas en la década del 70 por Reichel-Dolmatov como de interés arqueológico, se ubican en la Hacienda la Estancia de Ciénaga Honda y en los Hornos de Santa Ana, sitios estos localizados en la Isla Barú, casi frente a la Bahía de Cartagena, al sur de la misma, lo anterior sin desmedro del interés arqueológico derivado de los recientes trabajos de prospección desarrollados en predios de la Refinería de Cartagena, cuyos resultados se presentaron en su momento al MAVDT y que descartan la presencia de sitios de interés a la altura de los predios seleccionados para el desarrollo del Puerto de Reficar

Figura 3-9 Usos del suelo de la zona de interés, parte del mapa del POT de Cartagena.



Fuente: Secretaría de Planeación de Cartagena, planos de Plan de ordenamiento Territorial aprobado.

Respecto de los usos del suelo y bordes de la zona costera del área del proyecto y en general de la Bahía de Cartagena, según información de Cardique, se cuenta con 52 muelles o terminales marítimos y portuarios, de los cuales 17 están dedicados al comercio internacional³³; dentro de estos, se identifican siete (7) Sociedades Portuarias a saber: 1. Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, 2. Puerto de Mamonal, 3. Al granel, 4. Muelles El Bosque, 5. Contecar 6. Zona Franca de Muelles y Servicios, y 7. Sociedad Portuaria de Mamonal (Abocol).³⁴ De las cuales se destacan las siguientes:

- Sociedad Portuaria Regional de Cartagena. Conocida como el terminal de Manga, está administrado por la SPR de Cartagena, misma que administra una Concesión otorgada en julio de 1993, que le permite "ocupar y utilizar en forma temporal y exclusiva, las playas, los terrenos de bajamar y zonas accesorias" a lo largo de 735 metros y un área de 33.7 Hectáreas. El tipo de carga movilizada es la carga general, carga contenedorizada y carga a granel (sólidos y líquidos). Recientemente la SPRC adquirió el muelle de Contecar y asumió complementariamente la operación de dicha concesión portuaria.
- Sociedad Portuaria Muelles El Bosque. Ubicada en Cartagena en la Isla del Diablo, su mercado objetivo es la carga general, principalmente de contenedores, está enfocada

³³ http://www.uninorte.edu.co/divisiones/Ingenierias/IDS/upload/File/Bahia_de_Cartagena_ecosistema_nacional.pdf. Visitada el 13 de abril de 2009.

³⁴ <http://www.mintransporte.gov.co/caribe/HTM/ptocartagena.htm>. Visitada el 13 de abril de 2009.

tanto al comercio exterior como al transporte de Cabotaje. La zona insular tiene un área total de 63,500 m² y el carretable un área de 9,000 m². El muelle está construido en pilotes y tiene una longitud de 150 m.

- *Sociedad Portuaria Contecar*. Está ubicado en el sector de Ceballos en la zona industrial de Mamonal en un área de terreno de 87 hectáreas. No dispone de muelle pero en lo que se denomina la Operación Temprana, los buques atracan al lado de una barcaza que a su vez está acoderada a tierra, haciendo un puente con el patio de almacenamiento de contenedores. y permite atender a naves de hasta 200 m de eslora. Su operación se enfoca a la carga general y carga en contenedores. Dispone de un patio con área de 5.9 hectáreas con capacidad de 48,000 TEUS/año. La estación para llenado/vaciado de contenedores tiene un área de 1,650 m² y una bodega inflable con área de 2,400 m². Dispone también de 20 tomas eléctricas para conectar contenedores refrigerados y una zona de parqueo para 80 camiones.
- *Sociedad Portuaria Al granel*. Está localizada en el sector de Basurto, área conocida por ser zona industrial. La longitud de la Concesión es de 324 m. El muelle está enfocado a Graneles Líquidos. Entre los principales productos están la soda cáustica, sebos, aceite de soya, ácidos grasos, alcoholes. El muelle consta de una pasarela, 1 plataforma central y 2 piñas de amarre. Tiene un área de terreno de 18,791 m² y la capacidad total del terminal es de 11,186 m³, distribuidos en 24 tanques de almacenamiento.

De otra parte concentrándose específicamente en la Zona Industrial de Mamonal, se registra que en ella operan 32 muelles privados, de los cuales Contecar y Puerto Mamonal son de servicio público³⁵. En esta área y según la Dirección General Marítima - DIMAR existen las siguientes instalaciones portuarias oficialmente registradas:

Abocol - Abonos de Colombia S.A. Algranel, C.I. Océanos, C.I. Antillana S.A., Colclinker S.A. - Compañía Colombiana de Clinker S.A., Colterminales – Compañía Colombiana de Terminales S.A., Contecar - Terminal de Contenedores de Cartagena, Cotecmar sede base Naval, Cotecmar sede Mamonal, Dow Química de Colombia S.A., Ecopetrol – Empresa Colombiana de Petróleos. Exxon Mobil de Colombia S.A., Maltería Tropical, Malterías de Colombia S.A., Muelles Costa Brava, Petco S.A. - Petroquímica Colombiana S.A., Propilco, Puerto de Mamonal S.A. – Sociedad Portuaria, Sipsa – Sociedad Industrial y Productos Siderúrgicos, Sociedad Portuaria Regional de Cartagena - Terminal Marítimo de Manga, Terminal Marítimo Muelles el Bosque, Pesbocol S.A., Zofranca S.A. - Zona Franca de Cartagena S.A., Pesqueros Ltda., Dexton S.A., Sociedad Portuaria de la Zona Atlántica,

³⁵ http://www.puertadelasamericas.com.co/cartagena-infraestructura/parque_mamonal/. Visitada el 13 de abril de 2009.

Transpetrol Ltda, Transportes Marítimos San Andrés y Providencia, Terminal Néstor Pineda - TNP, Sociedad Portuaria Mamonal S.A., Olefinas Y Derivados S.A.³⁶,

3.2.4 Hidrología.

La hidrología de la zona, (Ver Plano 3-6) se categoriza en drenaje pluvial por el que se entiende que es el agua de escorrentía que fluye superficialmente por una cuenca, una vez se han saturado los suelos luego de un aguacero. Se distinguen dos tipos de drenajes pluviales para el territorio distrital de Cartagena: el rural y el urbano, cada uno con sus características propias de escorrentía y de manejo por parte del hombre. Los ámbitos del drenaje en la jurisdicción del Distrito de Cartagena están determinados por las vertientes, marcadas por el relieve del terreno, y por los cuerpos de agua receptores de las descargas generadas en dichas vertientes y conducidas hasta ellos por la red de drenaje.³⁷

En Cartagena se distinguen siete (7) vertientes o canales de drenaje a saber:

- Vertiente del Mar Caribe.
- Vertiente de la Ciénaga de la Virgen.
- Vertiente de los cuerpos de agua internos de la ciudad.
- Vertiente de la Bahía de Cartagena.
- Vertiente del Canal del Dique.
- Vertiente de la Bahía Barbacoas.
- Drenaje Pluvial Urbano.

Los predios donde se desarrollará el proyecto del Terminal Portuario de Reficar, se ubica en la denominada vertiente de la Bahía de Cartagena. Esta vertiente tiene un área total de 7,461 Ha, limitando por el oeste con la vertiente del Mar Caribe, por el norte con la vertiente del sistema de caños y lagos internos de la ciudad y por el noreste con la vertiente de la ciénaga de La Virgen. Por el este la divisoria toma rumbo sur hasta la loma de Carreto, próxima a Turbaná y con altura de 180 msnm, separándola de la vertiente del canal del Dique. En este punto toma rumbo oeste, pasa por la loma del Tejadillo y por la población de Pasacaballos, para terminar en la desembocadura del canal del Dique en la bahía de Cartagena. Pasando el canal, la divisoria llega a la isla de Barú y toma la carretera a la población del mismo nombre, separando la vertiente de la bahía de Barbacoas, hasta subir a las lomas del Mohan, donde se encuentra con la divisoria de la vertiente del Mar Caribe.

³⁶ <http://www.dimar.mil.co/vbecontent/NewsDetail.asp?ID=5130&IDCompany=60> Visitada el 13 de abril de 2009.

³⁷ Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultura de Cartagena de Indias, Síntesis del Diagnóstico, Decreto 0977 de 2001. Alcaldía de Cartagena, p. 26-27

En la isla de Tierrabomba esta vertiente colinda por el oeste con la vertiente del Mar Caribe.

Las principales corrientes de la red hidrográfica son los arroyos Arroz Barato, Cospique, Casimiro y Grande. Los arroyos son de carácter intermitente, nacen sobre la cota 120 msnm y tienen longitudes de cauce entre 8 y 15 km. Todos están intervenidos en la cuenca media y superior por almacenamientos y desviaciones, y encuentran en su cuenca baja la zona industrial de Mamonal.

Los arroyos Arroz Barato y Cospique cruzan por el sector donde se encuentra la industria de Biofilm y el barrio Policarpa, el cual sufre frecuentemente inundaciones porque su cauce tiene obstrucciones con las estructuras hidráulicas de capacidad insuficiente que han sido construidas por las entidades competentes sobre las materias.

Cerca de su desembocadura, se encuentran las piscinas de decantación de la antigua Planta de Soda, que se levantaron junto a sus cauces sin hacer las respectivas adecuaciones; esto también contribuye a las inundaciones que se mencionaron previamente.

El arroyo Casimiro cruza la carretera Variante Mamonal - Gambote y entra a los predios de Zona Franca Industrial La Candelaria, donde se construyó un canal de dimensiones adecuadas para la magnitud de las crecientes que presenta. Sin embargo, aguas abajo existen otros canales de menores dimensiones y en otros predios, en los cuales se deben ejecutar las adecuaciones más convenientes para evitar desbordamientos y afectaciones a la industria adyacente.

El arroyo Grande también cruza la Variante Mamonal y entra al lote de la Refinería de Cartagena, donde se han construido adecuaciones y revestimientos del cauce para control de desbordes³⁸ y como es de conocimiento del MAVDT, se pretende dentro de los predios de la refinería adelantar su relocalización y adecuación técnica para los fines de la ampliación y modernización de la refinería. Sin embargo y como se evaluó previamente, se corresponde con una micro cuenca bastante intervenida antropogénicamente, de forma que su cauce es constantemente afectado y alterado aguas arriba de los predios de la refinería, lo cual ocasiona desbordamientos e inundaciones en las áreas aledañas al mismo.

Como consecuencia de lo anotado y a manera de ejemplo, Ecopetrol durante los años de 1995 y 1997 tuvo que desarrollar a su cargo una serie de obras para la rectificación y adecuación de dicho arroyo, obras que se reconoce han evitado hasta el presente la

³⁸ Alcaldía de Cartagena, 2001. Ibid, p. 27

afectación de los terrenos de la Refinería y necesariamente la alteración de otros predios tanto aguas arriba como aguas abajo de la misma.³⁹ (Ver Plano 3-7).

Esta microcuenca del Arroyo Grande, tiene un régimen típico de borde y montaña, que presenta fluctuaciones muy altas y normales en su caudal mínimo, particularmente en períodos secos y de transición, hasta alcanzar en períodos normales de invierno caudales de 25 m³/s; sin embargo, se ha evidenciado que el mismo en condiciones de año muy húmedo y con frecuencia alta de lluvias locales, puede llegar a registrar caudales de 120 m³/s en situaciones de invierno extremo y considerando períodos de retorno de 100 años.

3.2.5 Calidad del agua

Teniendo en cuenta que este numeral se refiere a aquellas fuentes de agua susceptibles de intervención por el proyecto,, fuentes de uso para captación, potenciales vertimientos u ocupación de cauces, cabe aclarar que el proyecto de construcción y operación del Terminal Portuario, no afectará ningún tipo de cuerpo de agua o fuente que registre estas características, salvo el reconocimiento de que por desarrollar las actividades de construcción y operación en el medio marino de la Bahía de Cartagena desde el borde de playa de la misma, siendo así que la potencial afectación de las aguas será sobre el medio marino. En consecuencia, la línea base de las aguas marinas sobre las cuales se concentrará la influencia propia del proyecto y su caracterización se registra en el numeral 3.2.9 Oceanografía en el aparte de Columna de Agua.

3.2.6 Usos del agua

Como se mencionó en el aparte anterior, el proyecto no intervendrá ninguna fuente de agua, de tipo continental; de igual forma y para su operación, será proveído de agua por parte de la Refinería de Cartagena S.A., quien recibirá agua cruda por parte de la empresa ACUACAR. No obstante se presenta una identificación de las fuentes presentes en el área.

El Canal del Dique se usa como fuente de agua potable de Cartagena y de los municipios localizados en sus bordes. Cartagena toma su agua de las ciénagas de Juan Gómez y Dolores, conectadas al canal pero ubicadas en el municipio de Arjona, razón por la cual es fundamental para el Distrito adelantar programas integrados con los municipios de la Cuenca del canal del Dique y las autoridades ambientales relacionadas, para garantizar su adecuado mantenimiento y conservación.

³⁹. CEPAL, 1993. Calidad Ambiental. Universidad Pontificia Bolivariana.

El agua del Canal del Dique y en general sus ciénagas aledañas también son utilizadas para el transporte de materiales desde el río Magdalena y en menor grado para actividades de pesca artesanal de subsistencia y para la producción agropecuaria.

Por su parte, al norte de Cartagena, el agua corriente es posible obtenerla en época de lluvias y se usa en ocasiones por los lugareños para atender las necesidades domésticas básicas y en mayor proporción para atender necesidades agropecuarias, siendo claro reconocer que en ningún momento la demanda de agua de la refinería toca estos componentes, ni se relaciona con ellos.

En el extremo norte se encuentra el acuífero de Arroyo Grande, del cual toman agua 19 pozos ubicados en la zona y es la principal fuente de agua durante la época seca⁴⁰, no existiendo tampoco ninguna relación con las demandas de agua de la refinería.

Frente al uso de la zona costera, El agua de la Bahía de Cartagena se usa intensamente para navegación comercial e industrial, y para transporte tanto de la población como de turistas, pero en general los principales usos del agua en la Bahía de Cartagena son los siguientes:

- Medio de transporte de carga.
- Cuerpo de agua receptor de aguas residuales industriales.
- Cuerpo receptor de aguas residuales domésticas.
- Cuerpo de agua receptor de lixiviados de basuras.
- Fuente de actividades pesqueras artesanales no autorizadas ni controladas.

Frente a este último aspecto y como se mencionó, existe una veda de pesca en la Bahía de Cartagena desde el año 1983, ratificada en 1991, que por estar vigente, restringe y prohíbe el desarrollo de actividades de pesca artesanal dentro de la bahía, no obstante reconocer que existe una significativa población de pescadores que desarrollan su actividad artesanal en la bahía, principalmente en los costados de Tierra Bomba y Barú, cuadrantes sur y sur occidental de la Bahía de Cartagena, así como en las aguas interiores de los caños y lagos conectados a la misma, principalmente en el sector de Manga, Bazurto, isla Manzanillo y demás islas menores al norte de esta última.

3.2.7 Hidrogeología.

El acuífero en el área del Puerto de la Refinería de Cartagena que pertenece a la vertiente de la Bahía de Cartagena, se reporta como pobre e influenciado por la cuña salina, haciendo que sus aguas sean salobres, de tipo bicarbonatada cálcica y clorurada sódica cálcica. Los caudales de explotación han sido calculados en el orden de los 4 l/seg., con una

⁴⁰ Alcaldía de Cartagena, 2001. Óp cit p. 29

capacidad específica promedio de 0,15 l/seg. /m.⁴¹, al reconocer que los mismos son principalmente de tipo freático, siendo sus principales aportes las aguas de infiltración derivadas del cerro Albornoz, que precisamente recoge las escorrentías que drenan al Arroyo Grande. (Ver Plano 3-7).

3.2.8 Geotecnia

Teniendo en cuenta la información geológica, geomorfológica edafológica, hidrogeológica, hidrológica, climatológica y de amenaza sísmica, se ha determinado que el área de desarrollo del proyecto, pertenece a la Formación Arjona-Bayunca que se comporta como una unidad moderadamente estable, dada la naturaleza blanda y fracturada de las rocas que la conforman. La topografía del área se caracteriza por ser plana y no hay evidencia de que se presenten problemas de deslizamientos o socavaciones.

Sin embargo diversos autores reconocen que la región en particular y el Cinturón del Sinú en general, es susceptible de diapirismo, debido a que los diapiros relacionados, se pueden generar tanto por efectos del emplazamiento lento de domos cerca de la superficie, así como por explosiones repentinas de lodo en volcanes y zonas aledañas, tal como sucede actualmente en la zona del Volcán del Totumo al norte de Cartagena, siendo así que ambos fenómenos pueden llegar a afectar, en caso de surgir o activarse, de forma sensible cualquier tipo de infraestructura física en la superficie de la bahía, no obstante reconocer que a la fecha no se tienen reportes de tragedias debidas a explosiones de lodo en el área de influencia directa de la bahía, así como tampoco se han continuado con estudios sobre las materias por las entidades competentes.

Estas estructuras son la expresión del neotectonismo en la región del Caribe, mismo que representa uno de los procesos geológicos que han influido notablemente en la configuración de la línea de costa del área de interés. Sin embargo y producto de las experiencias reconocidas por ejemplo para el caso del volcán el Totumo, claro es que la fuerza ascendente de esas intrusiones de lodo ha sido lo suficientemente poderosa como para penetrar los sedimentos de la plataforma continental, produciendo superficies cóncavas sobre el fondo marino. La ubicación de tales cuerpos en las zonas litorales incide notablemente en la alteración de la batimetría y por ende en la modificación de corrientes y, en general, de las condiciones oceanográficas, lo cual podría llegar a producir al final, en el evento de desencadenarse un fenómeno similar, un desequilibrio en el ambiente dinámico costero. Entre las consecuencias de ese desequilibrio puede presentarse una erosión severa en determinados sectores de la costa.

⁴¹ CONSULTORES AMBIENTALES. Informe Final de Auditoria Relleno Sanitario de Henequén. Bogotá. 2007. p 14.

Esta susceptibilidad a la erosión costera, es importante para el Distrito de Cartagena, toda vez que la capacidad de recuperación de sus playas se ha estimado como lenta, del orden de 4-5 metros por mes. Por esta razón es tan susceptible a los mares de leva. Sin embargo el sector de Mamonal tiene una susceptibilidad baja a este fenómeno.

De otra parte y revisando los movimientos telúricos sufridos en la ciudad de Cartagena, se señala que la producto de estos, la región sufrió daños importantes durante una serie de sismos ocurridos en mayo de 1834, con epicentros cercanos a Santa Marta. No obstante, la región se reporta como una zona de amenaza sísmica baja⁴², conforme se registra y da cuenta en el mapa de riesgos sísmicos elaborado por el Dr. Gabriel Estrada Uribe, para la Reaseguradora Colombia S.A., con base en los datos suministrados por el Instituto Geofísico de los Andes, de la Universidad Javeriana; en éste se indica para la región la probabilidad que pueda ocurrir un sismo de intensidad Mercalli mayor que el intervalo entre 6 y 6 ¹/₄, en una proporción de uno en cada siglo, para lo cual los valores de aceleración han sido estimados entre 0,10 y 0,020 g⁴³⁻⁴⁴ (Figura 3-10).

⁴² COLOMBIA. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERIA SÍSMICA. COMITÉ AIS 300 – Amenaza Sísmica. Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia. Santafé de Bogotá: INGEOMINAS. 1.998. p. 52.

⁴³ CONSULTORES AMBIENTALES. Óp. cit. p 15.

⁴⁴ 1 g = 980 cm./seg²

Figura 3-10 Mapa de riesgo sísmico para Colombia



Fuente: Ingeominas.

Debido a la importancia y magnitud del proyecto de ampliación y modernización de la refinería de Cartagena y complementariamente a la misma, la construcción del Terminal Portuario correspondiente, fue indispensable tener en cuenta todos los aspectos externos

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

que pudiesen de manera directa o indirecta llegar a afectar el funcionamiento, la planeación y la ejecución del mismo. En este sentido, los diseños de las instalaciones portuarias han sido realizados con base en un sistema sísmo resistente, dado la gran dimensión y gran relevancia del proyecto tanto para la Ciudad de Cartagena, como para el país.

3.2.9 Oceanografía

Dentro de la descripción oceanográfica general de la Bahía de Cartagena, es meritorio mencionar que su hidrodinámica ha sido motivo de estudio desde hace más de dos décadas, cuando se empezaron a establecer los primeros institutos en la ciudad. De esa manera, dentro de los primeros estudios adelantados en el Centro de Investigaciones Oceanográficas de Hidrográficas de la Armada Nacional (CIOH) para tal fin, se registra el estudio integral desarrollado por dicho ente bajo la dirección y ejecución por Pagliardini et al. (1982).

Más adelante, con la ayuda de los sensores remotos, se realizó el estudio de los sedimentos en suspensión e hidrodinámica al Sureste del delta del río Magdalena (Andrade y Thomas, 1988) quienes observaron la influencia de la pluma turbia en la parte externa de Cartagena, mismo que fue complementado por otro estudio sobre la turbidez, circulación y erosión en la región de Cartagena (Andrade et al, 1988); posteriormente y como parte de las labores de investigación del CIOH en la región, se analizó la dinámica de la pluma de turbidez del canal del Dique en la bahía de Cartagena (Urbano et al, 1992).

Como complemento de lo mencionado, una modelación hidrodinámica fue realizada en la bahía interna de Cartagena, cuerpo de agua semi-cerrado con una sola entrada entre la punta del faro de Castillogrande y la isla de Manzanillo. El propósito del estudio (Lonin y Giraldo, 1995) estuvo dirigido a la implementación inicial del modelo MECCA en su versión original (Hess, 1989), una verificación del modelo basado en observaciones de boyas de deriva y una inter-calibración del modelo con otro estudio sobre las materias elaborado por Lonin (1994), cuya versión posterior se llamó CODEGO (el nombre indígena de la bahía de Cartagena).

Seguidamente se estudió la capacidad del modelo CODEGO para reproducir la dinámica en los canales y caños angostos, cuyo ancho es inferior al paso espacial de la malla regular del modelo. El modelo se destaca por su aplicación a los cuerpos de agua con presencia de canales, caños, islas y otras irregularidades morfológicas de distintas escalas (Lonin y Giraldo, 1996a). Ese estudio fue efectuado dentro del sistema de los canales del “Eje-2” de Cartagena.

El desarrollo de los modelos anteriores y su complementación y calibración, continuó con los estudios sobre la influencia de la estratificación termohalina en la bahía interna de

Cartagena, donde se encontró que la estratificación térmica, formada por el intercambio de calor con la atmósfera, es de gran importancia para el caso de la bahía de Cartagena (Lonin y Giraldo, 1996b).

La primera versión del bloque de transporte fue aplicada para el estudio de la trayectoria de basuras flotantes en la bahía interna (Lonin y Giraldo, 1995). Más tarde, el modelo fue implementado con un bloque de cálculo de la transparencia del agua, basado en el transporte de partículas suspendidas, generalmente provenientes del canal del Dique. Se compararon las situaciones correspondientes a las épocas seca y húmeda del año (Lonin, 1997a). El modelo representó adecuadamente las diferencias en la carga sólida, el caudal del canal del Dique y el régimen de vientos.

A continuación, se desarrolló una versión avanzada del bloque de transporte específicamente para el transporte de manchas de hidrocarburos (Lonin, 1999), la cual fue aplicada en un modelo simulado de derrame de hidrocarburos en la bahía, tomando como base el modelo CODEGO (Lonin, 1997b). El modelo CODEGO también fue empleado en el estudio del impacto del canal del Dique en las bahías de Cartagena y Barbacoas (Tuchkovenko, et al, 2000, 2002; Tuchkovenko y Lonin, 2003).

Para los fines mencionados, vale recordar conforme se anotó previamente que la bahía de Cartagena está ubicada geográficamente entre las coordenadas 10° 16', 10° 26' N y 75° 30', 75° 35' W, tiene una extensión meridional de 16 km y la zonal alcanza 9 km. El área del espejo de agua es de 82.6 km², la profundidad promedio es de 16 m y la máxima es alrededor de 30 m. La misma se clasifica como un estuario, por los aportes propios del canal del Dique, siendo este hecho la causa por la cual la salinidad superficial es variable (entre 0 y 30) en distancias cortas (unos kilómetros), desde desembocadura del canal hacia las bocas de la bahía. Como consecuencia de lo anotado, la estratificación salina es el principal factor que influye en la dinámica de la bahía, formada, por lo general, por el flujo de aguas dulces del canal, los vientos y la marea.⁴⁵

3.2.9.1 *Corrientes.*⁴⁶

El intercambio de aguas de la bahía con el mar abierto se realiza a través de dos estrechos. La entrada norte (Bocagrande) es una pared angosta (La Escollera) con profundidades desde 0.6 hasta 2.1 m. La entrada sur tiene tres estrechos, característicos con profundidades que alcanzan 0.5 - 3 m con la excepción del canal de navegación (Bocachica).

⁴⁵ Lonin, S. Modelación de dispersión y difusión de contaminantes en la Bahía de Cartagena. OCEAMET. 2009, p. 6 - 7

⁴⁶ Régimen de vientos y corrientes de la Bahía de Cartagena, DIMAR, Central de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos Cartagena de Indias, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), 2004, p. 17 - 22

El canal de navegación tiene una profundidad de 30 m con un ancho de 100 m. Debido a que las profundidades máximas en la misma Bahía de Cartagena sobrepasan los 26 m, el lavado hidrodinámico con las aguas marinas de las capas del fondo de la bahía, se dificultan.

La renovación de las aguas de la bahía como resultado de la advección horizontal de las aguas marinas limpias, favorece la presencia de oscilaciones de marea del nivel del mar en la frontera del mar abierto. Cálculos sencillos muestran que a una altura de marea diaria 0.4 m y de una superficie del territorio de aguas de 82 km², diariamente llegan al canal por el orden de 32.800 m³ de aguas marinas. Al respecto de lo anterior, es importante, señalar que las aguas marinas poseen una densidad mayor (debido a una salinidad aumentada) que las aguas endulzadas de la Bahía y por esto después de que pasan estrechos con poca profundidad es como si se regaran por el fondo a unas partes más profundas renovando las aguas de las capas del fondo.

La intensidad del intercambio turbulento vertical en la mezcla de aguas y gases entre las capas superficiales y de fondo de la Bahía, además del caudal del Canal del Dique que determina una fuerte pycnoclina en los primeros metros, depende también de la fuerza de los vientos que soplan sobre la cuenca de la Bahía. Se destaca que los vientos más débiles se observan en la época húmeda, cuando la pycnoclina superficial abruptamente se intensifica por la influencia del Canal del Dique.

En la época de lluvias, el Canal del Dique imprime gran influencia sobre el régimen de corrientes superficiales, generando una capa de agua liviana y salobre que tiene un desplazamiento general hacia el norte. El viento por su continuidad y velocidad, favorece el intercambio profundo y completo de las aguas de la bahía, acentuando la llegada de agua de mar por el fondo (Bocachica). Se observa entonces, un movimiento superficial de dirección general hacia el sur y una circulación profunda hacia el norte.

En la época de vientos (seca) las aguas del Dique se pegan contra la orilla de la bahía bajo el efecto del roce del viento en la superficie, lo que induce en profundidad una corriente de compensación orientada del sur hacia el norte.

Más tarde en el año, durante la estación de lluvias, las aguas del Canal del Dique empiezan a invadir la bahía. La progresión de la pluma turbia se desarrolla hacia el norte girando en sentido contrario a las manecillas del reloj; salen por Bocachica y a medida que disminuye el viento las corrientes se orientan hacia Bocagrande, penetrando a la bahía interior.

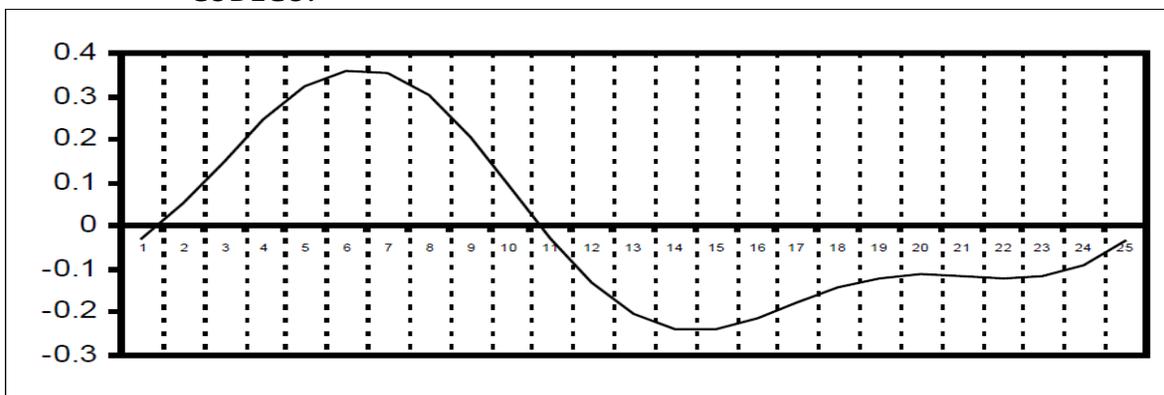
Siguiendo la progresión en el ciclo anual, se llega al Veranillo de San Juan. Los vientos recobran fuerza y soplan con más regularidad. Con esta nueva dinámica, las aguas del Canal del Dique subsisten en los bordes este y oeste de la bahía, desapareciendo totalmente en su centro; es un periodo de acción progresiva.

Al entrar en la parte intensa de la época de lluvia, el mismo proceso se repite: Salida superficial de las aguas del Dique por Bocachica y luego por Bocagrande. En octubre las aguas del Dique cubren un mayor porcentaje de la bahía con un espesor cercano a los 15 m, alcanzado 22 m en la desembocadura del canal y biselándose en Bocachica a una profundidad de 5 m.

Una vez regresan los vientos Alisios, la predominancia de las aguas del Dique disminuye. Las aguas vuelven a tener su salida superficial por Bocachica y se acumulan de nuevo contra los flancos SE de la bahía.

En la Figura 3-11 se ilustran los resultados del régimen de corrientes obtenidos mediante el uso del modelo CODEGO, basado en el modelo MECCA (Model of Estuarine Coastal Circulation Assesment). Los escenarios modelados varían en el régimen de vientos y aportes del Canal del Dique que influyen en el sistema

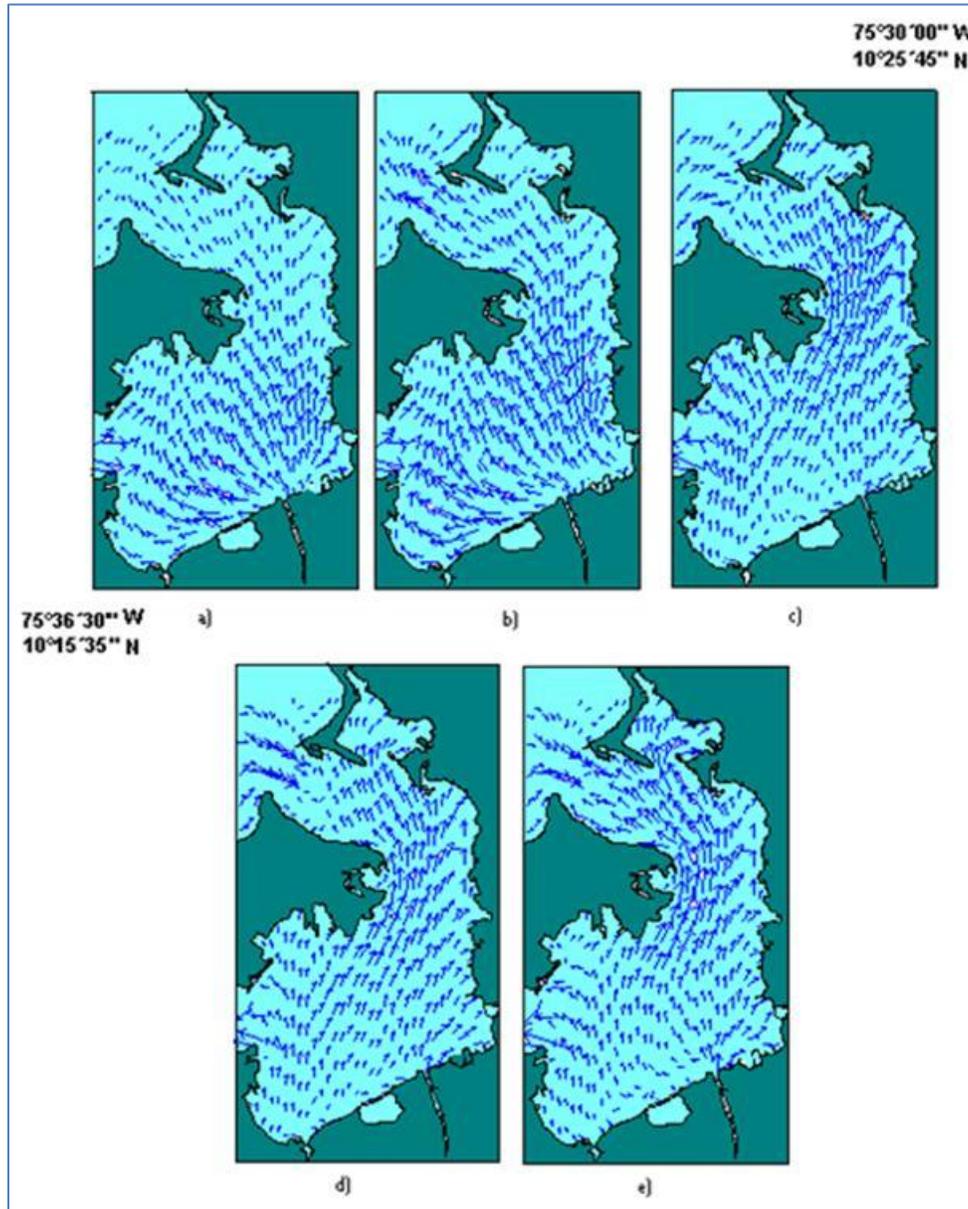
Figura 3-11 Ciclo de marea utilizado en la modelación de corrientes con el modelo CODEGO.



Fuente: Proyecto ascenso nivel del mar (INVEMAR – CIOH), 2004

Para la época húmeda (Ver Figura 3-12) se identifica un régimen de corrientes de sur a norte principalmente determinado por el Canal del Dique. El ciclo diario de corrientes es alternativo y está determinado por el desarrollo de la marea, siendo característico en el periodo de ascenso del nivel del mar en marea alta (+7) un flujo de aguas por Bocagrande hacia el mar y hacia la bahía por Bocachica. Durante la marea muerta (baja marea - +14) se inicia la inversión en el régimen de corrientes.

Figura 3-12 Régimen de corrientes Bahía de Cartagena a) 5 h, b) 7 h, c) 14 h, d) 18 h, e) 24 h.

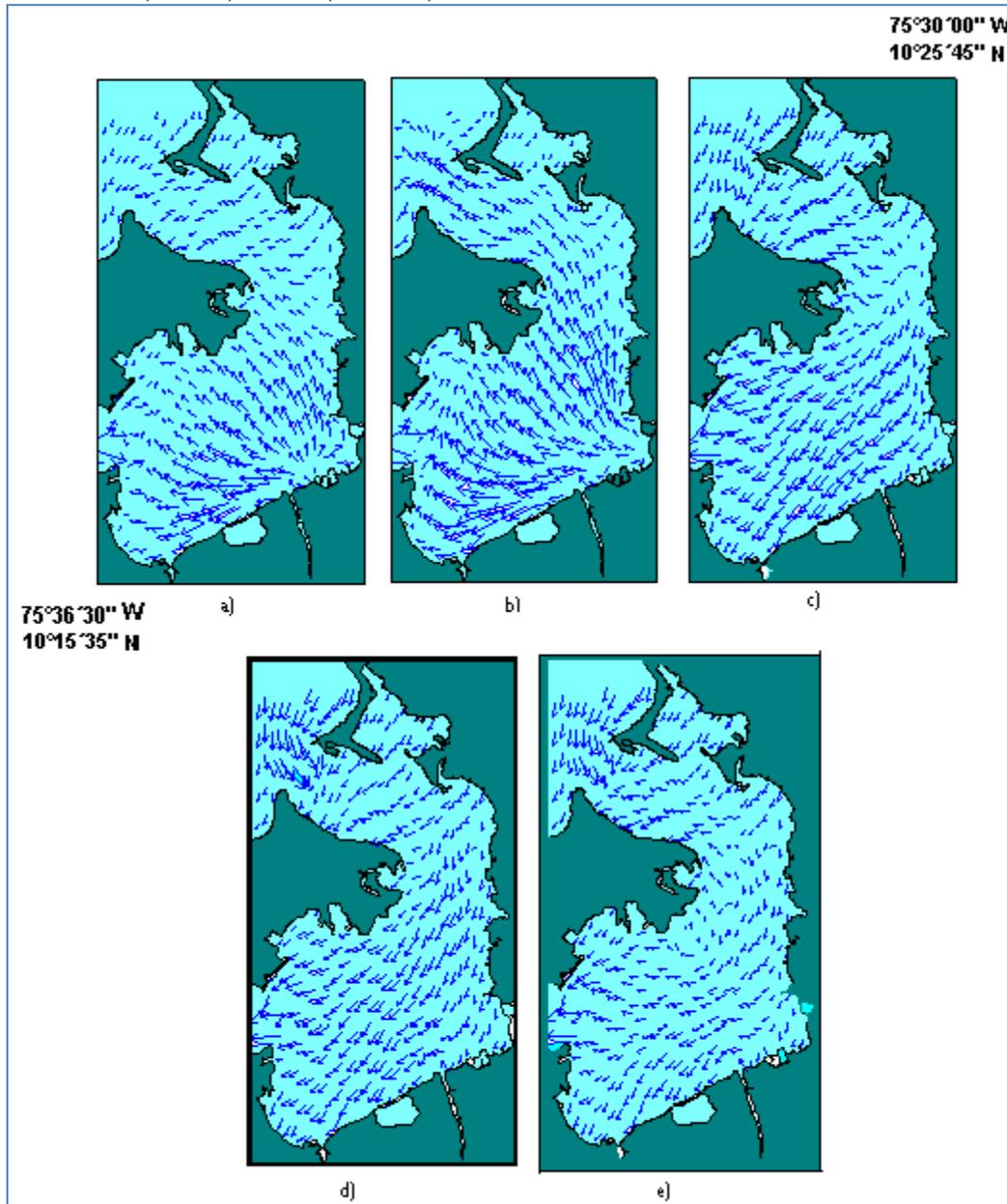


Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH). Régimen de corrientes Bahía de Cartagena. Resultados modelo de derrames CIOH. 2004.

En marea baja y mientras el nivel del mar se encuentra en ascenso (+22) el régimen de corrientes se invierte, identificándose un flujo de aguas hacia la bahía por Bocagrande y hacia el mar por Bocachica.

Durante las diferentes épocas, el régimen determinado por las mareas se mantiene, aunque el efecto generado por los vientos Alisios en la época seca, produce un régimen predominantemente de norte a sur, permitiendo flujos del mar hacia la bahía por Bocagrande y de la Bahía hacia el mar por Bocachica. (Ver Figura 3-13).

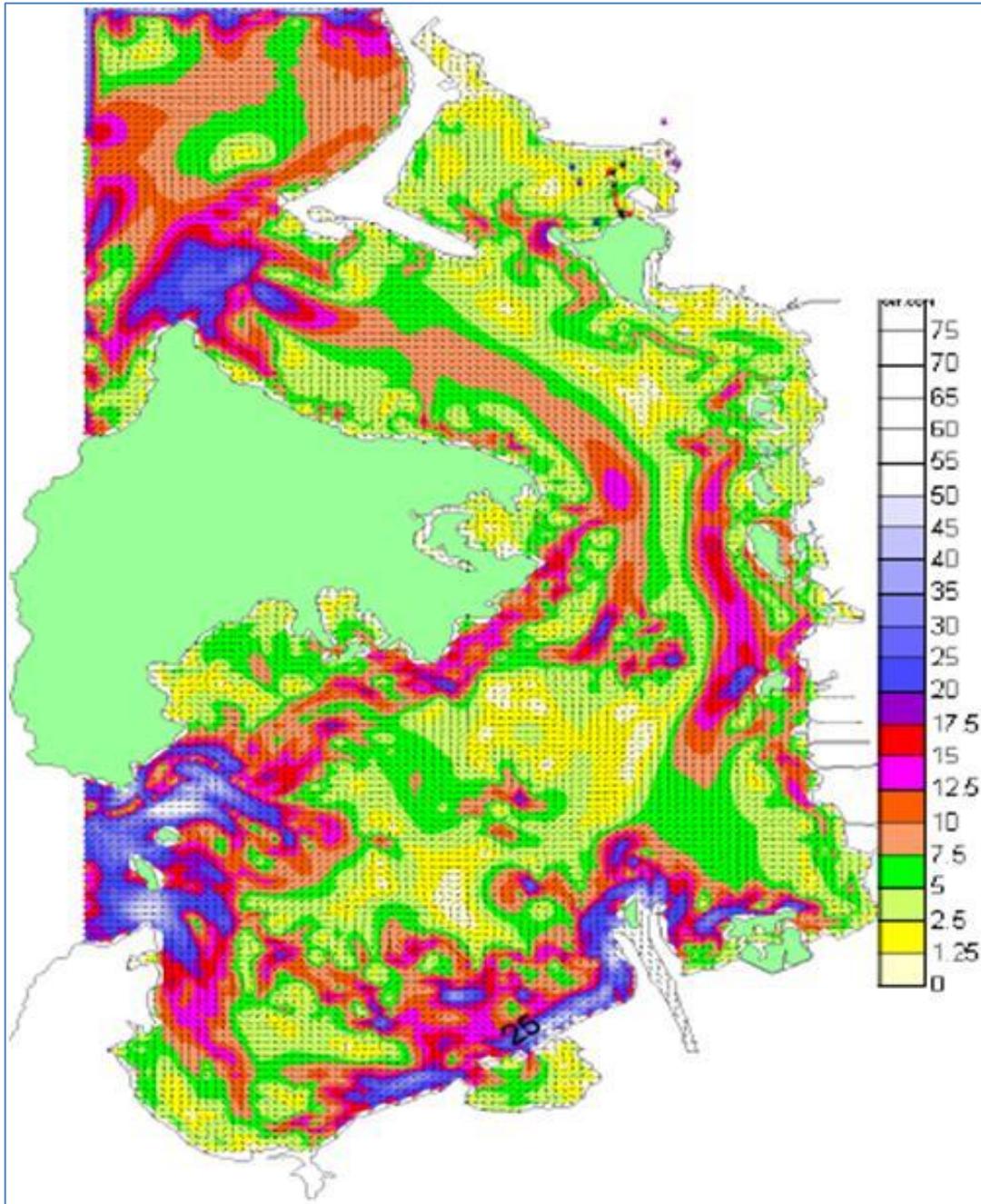
Figura 3-13 Régimen de corrientes en la época seca para la Bahía de Cartagena. a) 5 h, b) 7 h, c) 14 h, d) 18 h, e) 24 h.



Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH). Régimen de corrientes Bahía de Cartagena. Resultados modelo de derrames CIOH. 2004.

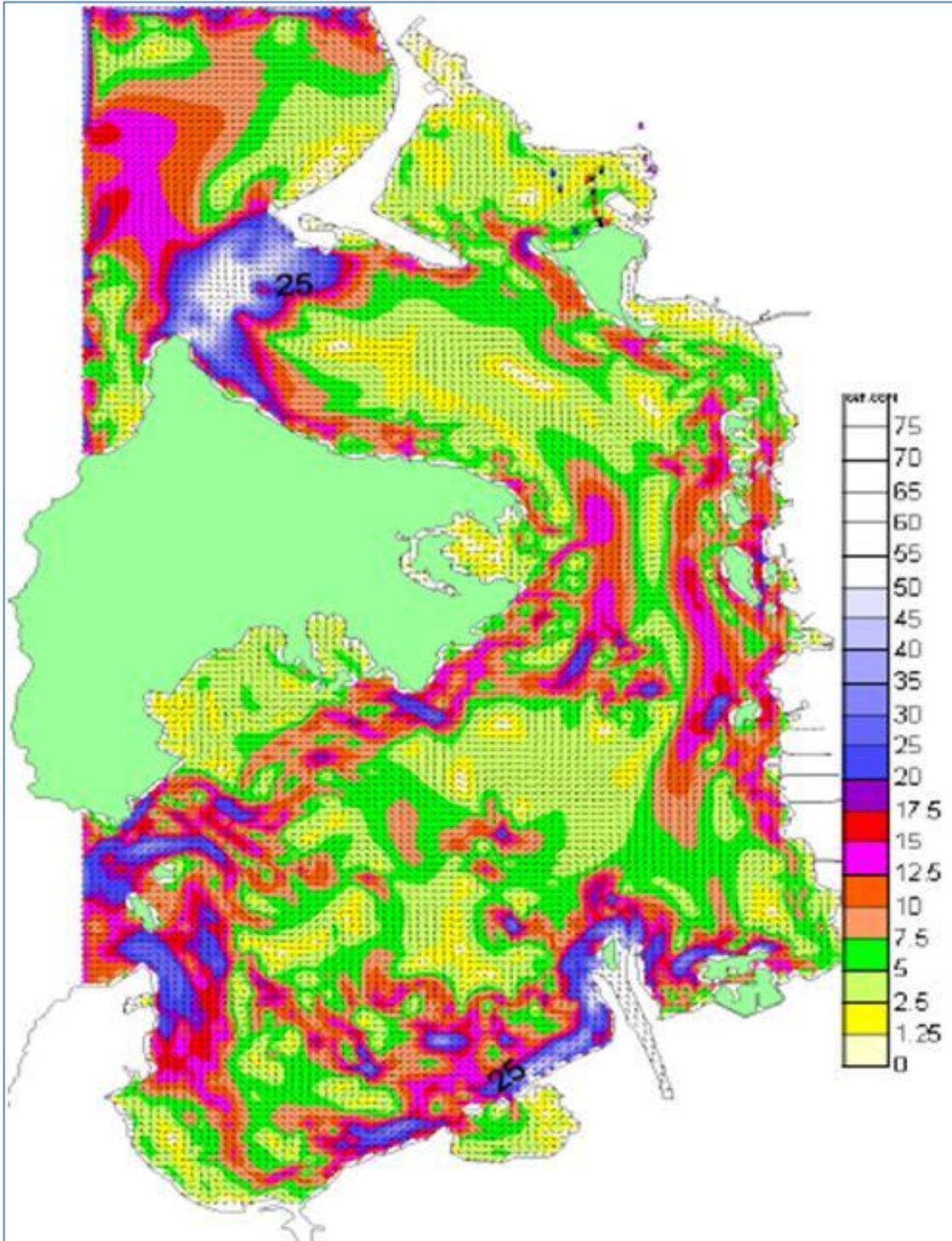
Esta descripción se basó en el informe del proyecto: Ascenso del nivel del mar (INVEMAR – CIOH).

Figura 3-14 Régimen de corrientes en la época seca para la Bahía de Cartagena 4h corrida modelo CODEGO – CIOH.



Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH). Régimen de corrientes Bahía de Cartagena. Resultados modelo de derrames CIOH. 2004.

Figura 3-15 Régimen de corrientes en la época seca para la Bahía de Cartagena. 08h corrida modelo CODEGO – CIOH.



Fuente: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH). Régimen de corrientes Bahía de Cartagena. Resultados modelo de derrames CIOH. 2004.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

3.2.9.2 *Estudios de Oleaje.*

El oleaje al interior de la Bahía se desarrolla y activa en función del régimen de los vientos y por lo general se ve limitado debido a la poca distancia disponible para su generación, registrándose alturas entre los 10 y 50 centímetros en el umbral de viento de 6 y 7 m/s. Aunque el oleaje generado es de poca amplitud, su acción favorece el proceso turbulento de mezcla superficial.⁴⁷

Complementariamente, los procesos de olas que se gestan mar afuera, principalmente las olas de largo periodo conocidas como “Swell”, ingresan a la bahía por su boca más ancha - Bocagrande, generando procesos erosivos en su área de influencia inmediata, especialmente en las playas de Tierra Bomba, Castillogrande y la Isla de Manzanillo. Sin embargo y sobre su potencial incidencia en el régimen de corrientes de la bahía, vale reconocer que a la fecha no se tienen documentados los efectos, ya que por la gran reflexión que se genera en el sector de Cuatro Calles, se hace difícil su observación y más aun su medición.

3.2.9.3 *Mareas*

Los datos mareográficos en el Caribe colombiano se encuentra actualmente disponibles para pocos puntos en Cartagena, Islas del Rosario y San Andrés (Molares, 2004). Así, la marea en el Caribe se caracteriza como “micromarea”, debido a que su rango varía entre 20 y 30 cm y rara vez excede los 50 cm (Wiedemann, 1973), siendo así que un estudio adelantado por Kjerfve (1981), identificó que las mareas harmónicas principales para la región son de tipo M2, S2, K1, N2, O1 y P1, gracias a lo cual y como resultado de dicho trabajo, construyó los mapas de estos constituyentes para el mar Caribe.

Complementariamente, Lozano y Parra (1993) determinaron que para el caso de la bahía de Cartagena, la variación principal se debe a la componente K1 asociada a la declinación lunar; así, las componentes que agrupan un 95% de amplitud de las mareas en este cuerpo de agua interior son K1, O1, M2 y P1. Por su parte, Molares (2004) identificó que la marea en la costa colombiana es mixta, principalmente diurna, para lo cual, la Tabla 3-1 presenta las armónicas principales de la marea, calculadas para la estación de Cartagena (10°23'23"N, 75°31'59"W), las cuales fueron basadas en una serie de datos del periodo 1990-2000.

47 LONIN, S. Óp. cit. p. 11.

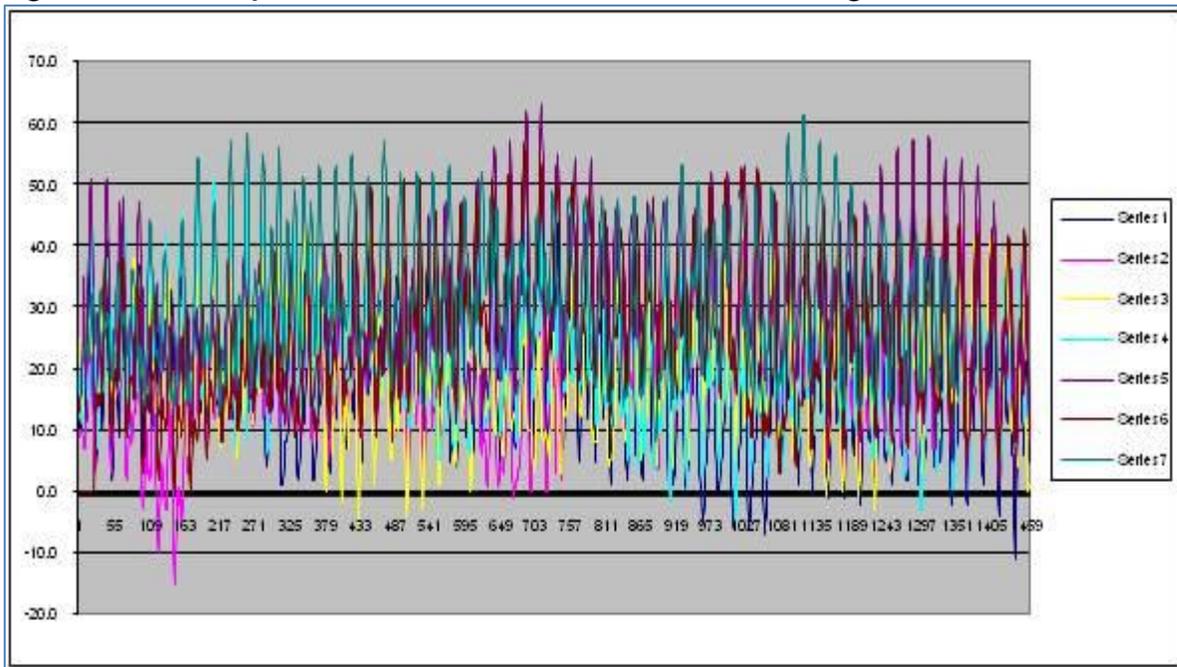
Tabla 3-1 Principales componentes de marea identificadas en Cartagena (Molares, 2004)

Componente	Frecuencia	Período, h	Amplitud, cm	Fase, grad.
K1	0.04178	23.93	8.68	146.3
M2	0.08051	12.42	7.19	154.6
O1	0.03873	25.82	4.86	354.5
SSA	0.00023	4347.82	2.94	64.6
P1	0.04155	24.07	3.15	153.7
N2	0.07900	12.66	2.39	226.4
S2	0.08333	12.00	1.65	240.0
MF	0.00305	327.87	1.15	128.3
Q1	0.03722	26.86	0.76	82.3
NO1	0.04027	24.83	0.55	260.3

Fuente: Lonin, Serguei, Modelación de dispersión y difusión de contaminantes en la Bahía de Cartagena. OCEAMET. 2009, p. 6 – 7

La Figura 3-16 representa el comportamiento de la marea en la bahía de Cartagena en la estación del CIOH durante los años 1995-2001 para un período entre 01 de Octubre y 30 de Noviembre (hasta de 26 de Noviembre para el año 2001), y el número de serie de tiempo corresponde a la secuencia de los años reseñados.

Figura 3-16 Comportamiento de la marea en la Bahía de Cartagena 1995 - 2001.



Fuente: Lonin, Serguei, Modelación de dispersión y difusión de contaminantes en la Bahía de Cartagena. OCEAMET. 2009, p. 6 – 7

Consecuentemente, es de destacar que los niveles de marea según mediciones del Centro de Investigaciones Oceanográficas CIOH, han sido los siguientes⁴⁸:

- Pleamar más alta observada. 0.457 m.
- Pleamar de siciglas. 0.108 m.
- Pleamar media. 0.095 m.
- Nivel medio de marea 0.012 m.
- Bajamar media. 0.118 m.
- Bajamar de siciglas. 0.134 m.
- Bajamar más baja observada 0.396 m.

3.2.9.4 *Tormentas*

Reconociendo que las tormentas están asociadas al régimen de vientos que se presentan en la época húmeda, en el marco del presente aparte y en función de información secundaria se hace un análisis de estos eventos climáticos, para comprender el porqué la ocurrencia del fenómeno de tormenta es débil en la Bahía de Cartagena.

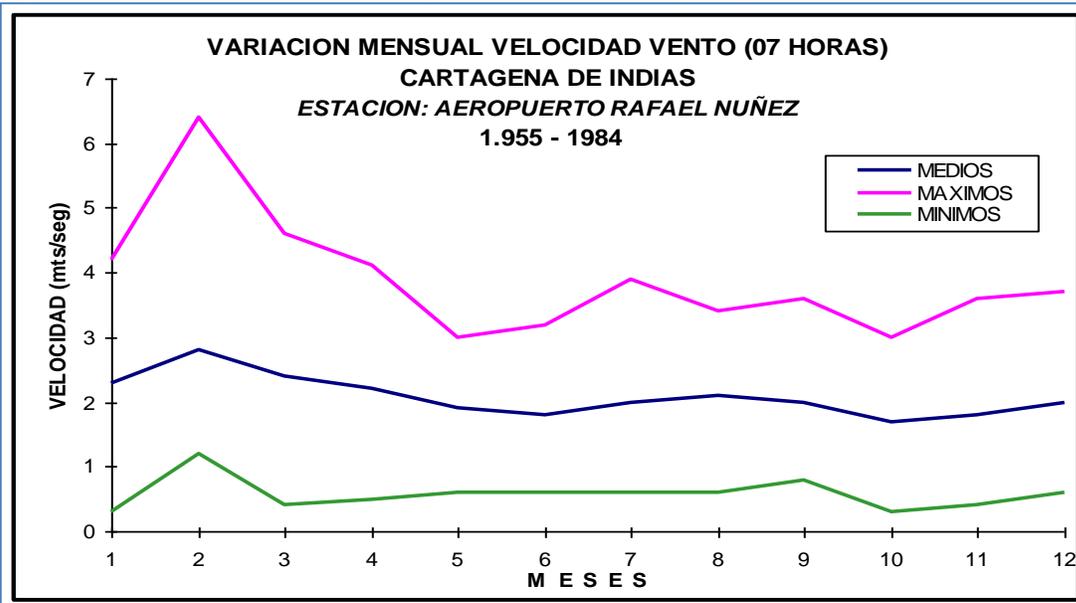
Para ahondar en el concepto, vale empezar por mencionar que el régimen de los vientos en la bahía es estacional. Así, durante la época seca del año, de diciembre a abril, soplan los vientos Alisios del Norte con una velocidad promedio de 8 ms^{-1} y una dirección estable del Noreste. Seguidamente y durante la época húmeda entre agosto y noviembre, los vientos son débiles y variables, con un promedio en la velocidad menor a 3 m s^{-1} y las direcciones predominantes del sector Suroeste.

Como consecuencia de lo enunciado, el fenómeno que se presenta son vendavales que ocurren con frecuencia durante este período del año; los mismos son de poca duración (unas horas) y están relacionados con la actividad convectiva en la atmósfera, que se ve favorecida por el paso de las ondas del Este. Los ciclones tropicales tienen una influencia lejana, que se manifiesta en forma de vientos fuertes y olas de mar de fondo que entran a la bahía durante unos pocos días al año.

A continuación se muestra gráficamente el comportamiento del módulo de viento por estaciones del año climatológico.

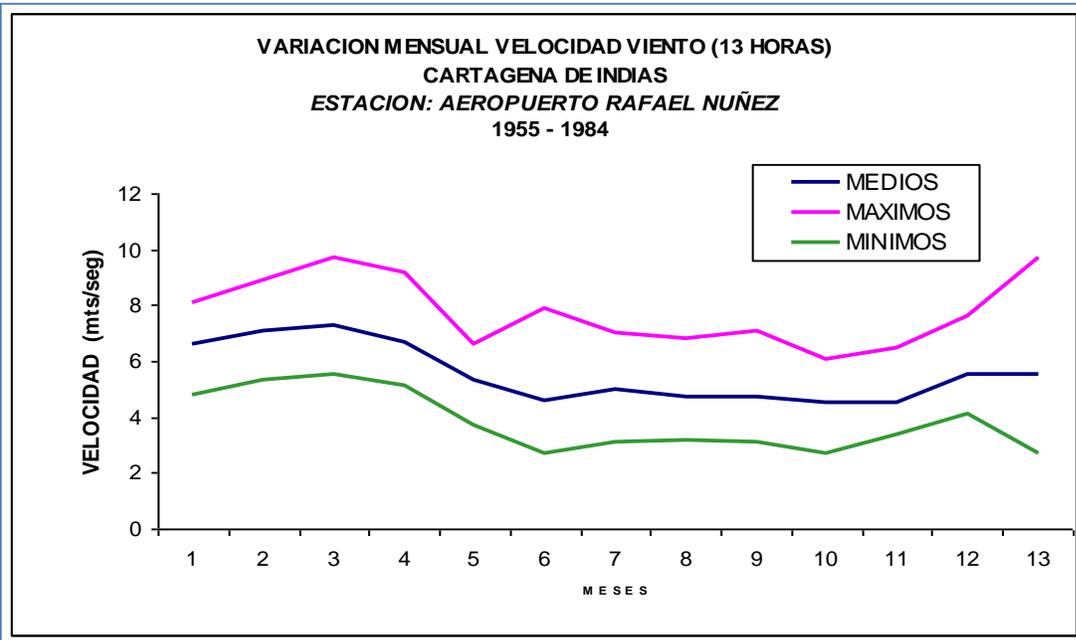
⁴⁸ Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultura de Cartagena de Indias, Síntesis del Diagnóstico, Decreto 0977 de 2001. Alcaldía de Cartagena, p. 4

Figura 3-17 Módulo de viento para la hora 07:00 (local) en la estación “Rafael Núñez”



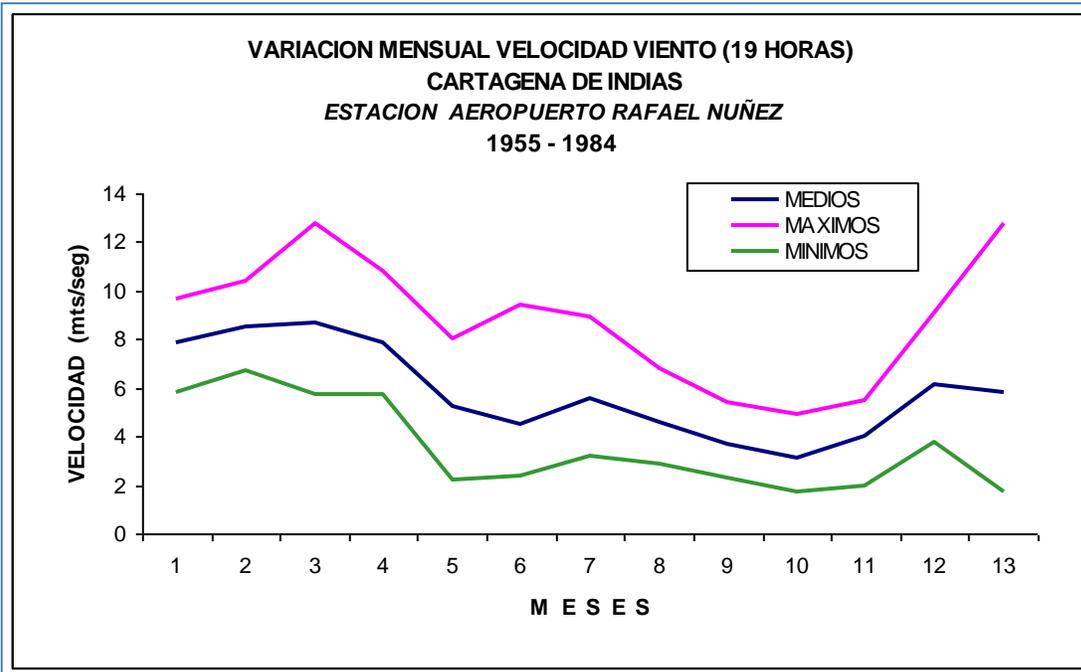
Fuente: Lonin, Serguei, Modelación de dispersión y difusión de contaminantes en la Bahía de Cartagena. OCEAMET. 2009, p. 8

Figura 3-18 Módulo de viento para la hora 13:00 (local) en la estación “Rafael Núñez”



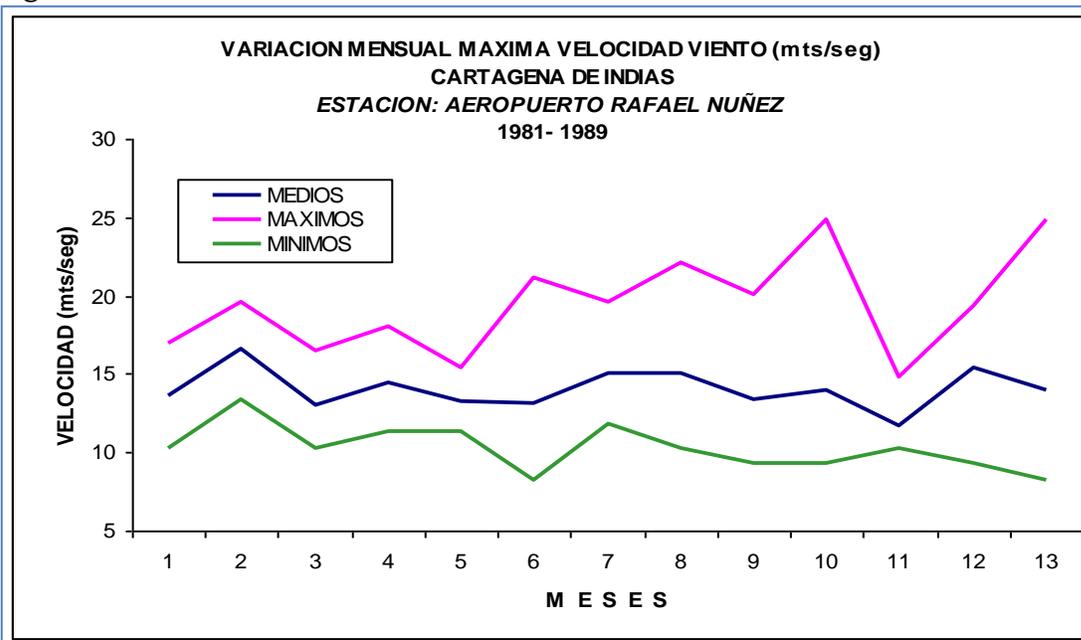
Fuente: Lonin, Serguei, Modelación de dispersión y difusión de contaminantes en la Bahía de Cartagena. OCEAMET. 2009, p. 9

Figura 3-19 Módulo de viento para la hora 19:00 (local) en la estación “Rafael Núñez”



Fuente: Lonin, Serguei, Modelación de dispersión y difusión de contaminantes en la Bahía de Cartagena. OCEAMET. 2009, p. 9

Figura 3-20 Vientos máximos en la estación “Rafael Núñez”



Fuente: Lonin, Serguei, Modelación de dispersión y difusión de contaminantes en la Bahía de Cartagena. OCEAMET. 2009, p. 9

En cuanto a la dirección de los vientos se conoce que la dirección predominante varía dependiendo de las épocas del año (Lonin & Giraldo, 1995; Lonin et al., 2004): durante la época seca el viento sopla del sector noreste (vientos alisios) con una velocidad promedio de 6-7 m/s, mientras que durante la época de lluvias el viento es débil variable con una predominancia del sector sur-suroeste.

De acuerdo con estos datos, fueron establecidos los principales patrones de viento:

- Condiciones de calma;
- Condiciones de época seca, vientos NE 7 m/s;
- Condiciones de época húmeda, vientos SW 3 m/s.

Los análisis del IDEAM y el CIOH concluyen que existe una Estación Seca, la cual se presenta bajo el régimen de los vientos Alisios, que se desplazan del sector NE al sector N, de Diciembre hasta Abril; estos vientos son de velocidad variable de más de 12 m/s. Un Período de Transición, entre los meses de Mayo, Junio y Julio, en el cual los vientos son más suaves excepto en Julio (veranillo de San Juan), durante el cual las velocidades alcanzan 19.2 m/s. La importancia relativa de los vientos que soplan del sector NNE disminuye, en cambio los periodos de calma aumentan. Finalmente existe una Estación Húmeda, entre los meses de Agosto - y Noviembre, la cual se caracteriza por su mayor porcentaje en calma. Los valores máximos no sobrepasan 11 m/s; los vientos de velocidad mínima ocurren en Octubre, que es el más lluvioso del año.

Los registros mencionados reflejan que la ocurrencia de los fenómenos de las tormentas es de manera débil. Las últimas generalmente se presentan durante la época húmeda del año y deben a las siguientes dos circunstancias: 1) ciclones tropicales y 2) vendavales de convección local.⁴⁹

En ese sentido, el régimen de lluvias según las mediciones del IDEAM son las siguientes:⁵⁰

- Total anual máximo. 976.4 mm.
- Promedio mensual. 51.4 mm.
- Meses de más lluvias. Mayo a Octubre.
- Meses de menos lluvias. Noviembre a Abril.

Y los eventos de huracanes y vendavales que se han presentado se tiene presente el paso del huracán Joan 1989, por el que se presentaron niveles en la Ciénaga de La Virgen de 1.0 a 1.1 metros de altura.

⁴⁹ Lonin, Serguei, Óp cit, p. 7 - 10

⁵⁰ Alcaldía de Cartagena. Óp cit, p. 4

Otro fenómeno que se debe tener en cuenta es el Mar de leva, para los cuales se tiene el historial de:

- 1930 retroceso notable en las playas de Marbella
- 1940 afectación de las playas de Bocagrande entre calles 8 a 11.
- 1943 afectación del malecón de la Andian
- 1966 afectación del malecón de la Andian, comunicación directa del mar y la bahía en Bocagrande cerca al edificio Seguros Bolívar, comunicación directa del mar y la laguna del cabrero.
- 1987 (2) afectación del acueducto de la Boquilla, retroceso de playas en la Boquilla y afectación de malecón de la Andian.
- 1992 erosión intensa en Crespo.
- 1993 (2) erosión intensa en Crespo, afectación de terraplén del anillo vial.⁵¹

3.2.9.5 *Columna de agua.*

La Bahía de Cartagena, como todo sistema costero en donde se ha establecido un puerto, una ciudad o cualquier otro tipo de asentamiento humano, se ve sometida a diferentes fuentes de contaminación, las cuales se han clasificado como directas, autóctonas e indirectas. La primera se refiere al aporte que hace el hombre por el desarrollo de sus actividades y al mal manejo que éste le da a los residuos sólidos y líquidos que genera. La segunda la constituye la misma bahía con sus componentes bióticos y físicos y la tercera es el resultado de los aportes de contaminación que se hacen a través de otros procesos físicos, químicos o biológicos que afectan secundariamente la calidad de agua de la bahía⁵².

Cartagena como ciudad puerto ha evolucionado desde la época de la Colonia alrededor de la bahía, en torno a la actividad portuaria y al comercio marítimo que se genera, interactuando con otros factores que se desarrollan en su área de influencia, como son las industrias, los asentamientos urbanos y demás infraestructura que le permite a sus ciudadanos contar con bienes y servicios para una mejor calidad de vida, como son colegios, hospitales, centros comerciales, vías de acceso y tránsito, edificios de administración, servicios públicos, etc. Toda esta actividad antrópica genera diferentes aspectos que interactúan con el medio ambiente produciendo un efecto o impacto positivo o negativo sobre sus componentes físico, biótico o social; para el caso del presente análisis se trata del efecto sobre la calidad de las aguas de la Bahía de Cartagena.

⁵¹ Alcaldía de Cartagena, Óp cit, p. 48

⁵² GARAY, J.A. y GIRALDO, L.N. Influencia de los aportes de materia orgánica externa y autóctona en el decrecimiento de los niveles de oxígeno disuelto en la Bahía de Cartagena. *En*: Bol. Cient. CIOH, Cartagena. No. 18 (1997); páginas 1-13.

Esta problemática se agrava por las características geomorfológicas e hidrodinámicas de la bahía, al ser un cuerpo de agua semicerrado, con estrechas y poco profundas bocas (con excepción del canal de acceso al puerto), con un régimen de marea de pequeña amplitud y con el gran aporte de agua dulce del Canal del Dique, que le da el carácter de estuario con su tipo de circulación de agua asociado; todo eso hace que el intercambio de aguas bahía-mar se restrinja y el tiempo de renovación de sus aguas de la capa de fondo sea muy grande.

La Bahía de Cartagena fue uno de los cuerpos de agua más evaluados desde el punto de vista de su calidad del agua en las décadas de los 80 y 90, por instituciones como el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena (ACUACAR). Con base en la información aportada por estas instituciones, se presenta a continuación el inventario de cargas aportadas por vertimientos de residuos líquidos a la Bahía de Cartagena (Tabla 3-2, Figura 3-21 a Figura 3-23).⁵³

Tabla 3-2 Resumen de las cargas aportadas por las fuentes de contaminación de residuos líquidos a la Bahía de Cartagena, 1996-1997

Parámetros	Aguas servidas urbanas	Vertimiento industriales	Canal del Dique	Lixiviados de basureros	Total
Caudal, m ³ /Día	60.525,00	1'364.111,00	8'640.000,00	833	10'065.469,00
DBO ₅ , t/día	16,2	6,04	9,5	0,26	32
Nitrógeno, t/día	0,73	3,73	2,5	0,073	7,03
Fósforo, t/día	0,44	0,17	0,4	0,001	1,01
Sólidos suspendidos, t/día	11,1	39,3	2.957,00	0,004	3.007,40
Aceites y Grasas, t/día	---	0,83	----	----	0,83

Fuente: GARAY, J.A., y GIRALDO, L.N. Influencia de los aportes de materia orgánica externa y autóctona en el decrecimiento de los niveles de Oxígeno disuelto en la Bahía de Cartagena. Bol. Cient. CIOH No. 18. Cartagena, 1997. p. 1 – 13.

Vale resaltar que no se tiene cuantificada la carga de contaminantes aportada por las operaciones marítimas y portuarias propias de la Bahía de Cartagena, cuando se cometen infracciones o suceden accidentes como:

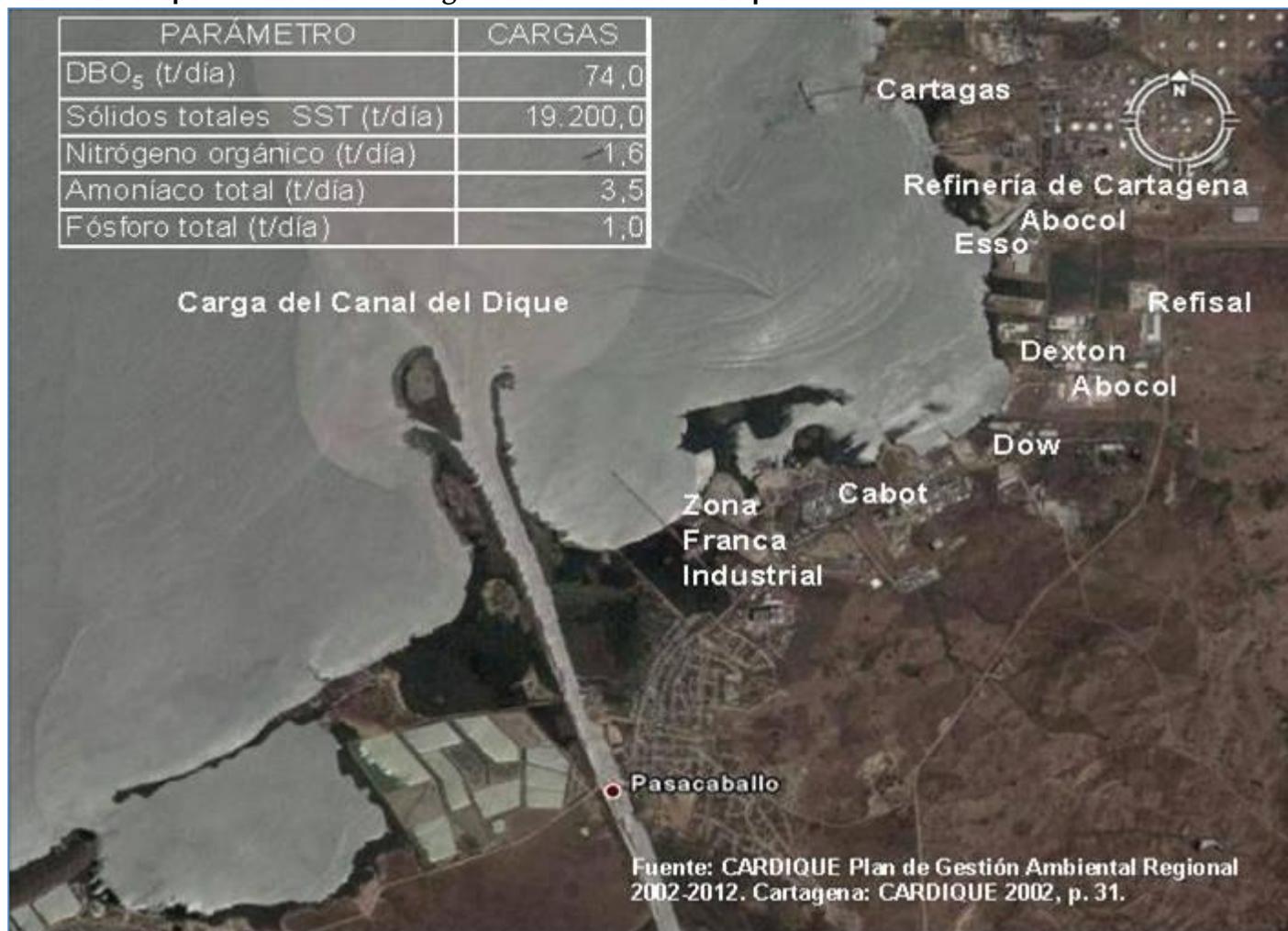
- Descarga de aguas de sentinas, lastre contaminado o eliminación en el medio marino de basuras por parte de los buques en puerto o en la zona de atraque temporal.
- Derrames de combustibles durante las operaciones de cargue o entrega.

⁵³ CEPAL. 1993. CALIDAD AMBIENTAL. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA p. 69.

- Siniestros marítimos que produzcan derrames de combustibles, como el que sufrió en el año 2005 el buque SAETTA que derramó aproximadamente 33 toneladas de fuel oil a la Bahía.
- Vertido de líquidos o sólidos varios por accidentes ocurridos sobre la placa portuaria y que caigan al mar, o durante la transferencia de carga entre un buque y el muelle o viceversa.

No obstante los vacíos de información anotados, para tener una aproximación general de la calidad de agua de la bahía que se registra hoy en día, se retoma a continuación el concepto de modelo de caja y se aplica la herramienta conocida como Ecomapa, sobre el mapa de la Bahía de Cartagena, relacionando las fuentes potenciales con las cargas de contaminantes aportadas (con base en los datos registrados previamente).

Figura 3-21 Ecomapa identificando la carga diaria del Canal del Dique



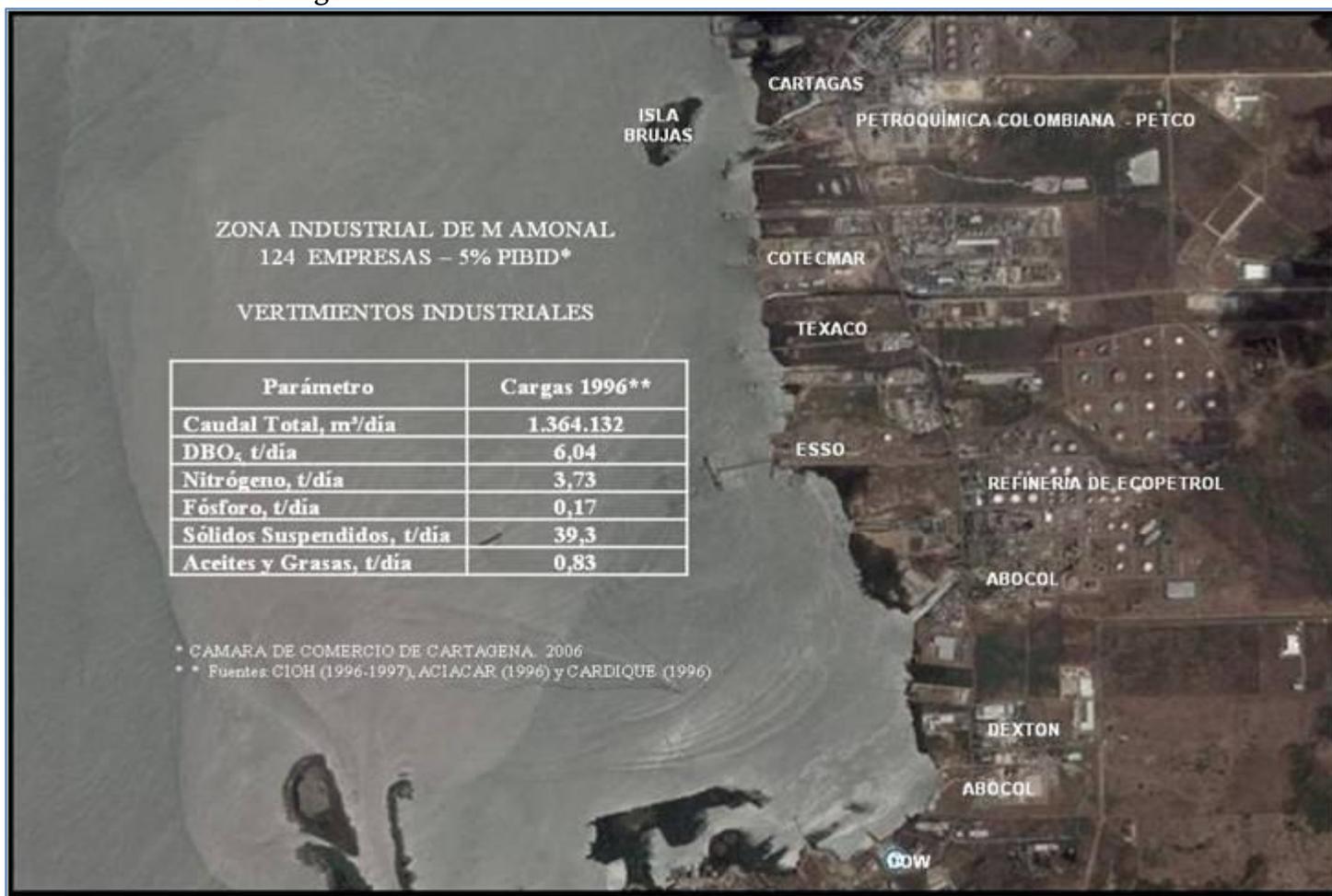
Fuente: Fotografía tomada de Google Earth, modificada por los autores.

Figura 3-22 Ecomapa identificando los vertimientos de aguas servidas y su impacto en la calidad de agua de la Bahía de Cartagena



Fuente: Fotografía tomada de Google Earth, modificada por los autores.

Figura 3-23 Ecomapa identificando la zona industrial y portuaria de Mamonal y su interacción con la calidad de agua de la Bahía de Cartagena



Fuente: Fotografía tomada de Google Earth, modificada por los autores.

Para conocer la calidad actual del agua de la Bahía de Cartagena, inicialmente se revisó información secundaria que sobre el particular han desarrollado instituciones como el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH -, de la Armada Nacional y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR -, entre otros.

Los resultados de los diferentes estudios realizados en las décadas de los 80 y 90, sobre la calidad de agua de la bahía de Cartagena, permiten evidenciar su grado de deterioro significativo, principalmente en sus condiciones sanitarias, al registrar niveles de Coliformes fecales que varían entre 22 y 600.000 NMP/100 ml, los cuales sobrepasan ampliamente los límites máximos establecidos por el Decreto 1594 de 1984 para contacto primario, en los cuales tan sólo se permite 200 NMP/100ml para Coliformes fecales y 1.000 NMP/100 ml para Coliformes totales. Esto es debido a que todavía a la Bahía se descarga el 40% de las aguas residuales domésticas de la ciudad, estimada en 60.525 m²/día⁵⁴

Los máximos niveles de Coliformes totales se registran durante los periodos de lluvias, particularmente por la disminución de la salinidad de las aguas de la bahía, que inhibe la acción bactericida del agua de mar, registrándose los mayores valores en sectores como El Laguito y Castillo Grande, con niveles que superan los niveles límites máximos permisibles de 1.000 NMP/100 ml presentes en aguas para baño y de 5.000 NMP/100 ml en aguas para deportes náuticos, establecidos en el Decreto 1594/84⁵⁵.

Otro de los parámetros en que se evidencia el grado de contaminación de la bahía es la concentración del oxígeno disuelto, al presentarse una anoxia generalizada en la capa de agua de fondo, con registros que alcanzan los mínimos de 0 a 2 mg/l durante la época de lluvias, sin superar los 4 mg/l durante las otras épocas del año. Esto se debe principalmente a la carga de nutrientes y materia orgánica que recibe diariamente la bahía, a través de las aguas residuales domésticas, las aportadas por el Canal del Dique y las derivadas de los vertimientos industriales. Los registros indican concentraciones de nitrógeno amoniacal que varían entre 1 y 15 $\mu\text{g.at/l}$ para la época seca, entre 7 y 12 $\mu\text{g.at/l}$ para la época de transición y entre 3 y 80 $\mu\text{g.at/l}$ para la época de invierno. Estos valores están muy por encima de los valores normales para agua de mar, los cuales varían entre 0 y 3 $\mu\text{g.at/l}$ ⁵⁶

La anoxia de la capa profunda de la bahía es difícil de superar naturalmente debido a las características geomorfológicas y dinámicas de este cuerpo de agua, que hacen que el tiempo de renovación de las aguas de fondo sea muy largo, no obstante reconocer que la bahía de Cartagena renueva no menos del 90% de las mismas en un ciclo anual.

⁵⁴ CARDIQUE. Plan de Gestión Ambiental Regional 2002 – 2012. Cartagena: CARDIQUE, 2002, p. 28.

⁵⁵ CEPAL. 1993. En: CALIDAD AMBIENTAL. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.

⁵⁶ GARAY, J.A., y GIRALDO, L.N.p. 6.

La carga abundante de nutrientes y materia orgánica a la Bahía también favorece el crecimiento excesivo y rápido del fitoplancton y de algas mayores, que hacen que se presenten, de la misma forma, caídas súbitas de Oxígeno, generando episodios de eutroficación.

La anterior situación de deterioro de la calidad de agua de la Bahía también se ve reflejada en los registros de la demanda bental de Oxígeno⁵⁷, reportada para la bahía interior en 10,65 gramos de Oxígeno/m².día; a su vez, para la zona de influencia de la descarga del Canal del Dique se ha reportado entre 1 y 2 gramos de Oxígeno/m².día, valores estos que se consideran normales en ambientes estuarinos.⁵⁸

Otra de las cargas contaminantes que se reconoce llegan a la Bahía, la constituyen los hidrocarburos aportados por vertimientos industriales diversos y los no cuantificadas de las actividades marítimas y portuarias, reportándose concentraciones de Hidrocarburos dispersos y disueltos en el agua (HDD), que varían entre 1-100 µg/l durante la época seca, entre 1-50 µg/l durante la época de transición y entre 0,5 - 10 µg/l durante la época lluviosa. Las más altas concentraciones se presentan durante la época seca y la de transición, cuyos valores, en la mayor parte de las estaciones evaluadas en los estudios anotados, están por encima de la norma internacional de UNESCO para aguas superficiales no contaminadas, cuyo valor máximo es de 10 µg/l.⁵⁹⁻⁶⁰

No obstante lo anotado y como se puede observar, esta información no representa por sí misma la calidad ambiental actual de la Bahía de Cartagena, razón por la cual y para obtener una idea de la actual calidad del agua de la bahía, se presentan a continuación los resultados de los muestreos contratados por Reficar y otras compañías vecinas a la refinería interesadas en las materias, los cuales fueron realizados por el INVEMAR en las temporadas de transición, invierno y verano, en los meses de agosto, noviembre de 2007 y marzo de 2008.

Monitoreo de calidad de agua adelantado en agosto y noviembre de 2007 y en marzo de 2008.

Con el propósito de contar con una información actualizada y confiable de las condiciones ambientales de la Bahía de Cartagena, el Proyecto contrató en conjunto con otros actores de la Zona Industrial de Mamonal, los servicios del Instituto de Investigaciones Marinas y

⁵⁷ Demanda bental de Oxígeno: consumo del Oxígeno disuelto en el agua por la descomposición de la materia orgánica depositada en el fondo del cuerpo de agua.

⁵⁸ CALIDAD AMBIENTAL. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA Óp. cit. p. 71.

⁵⁹ UNESCO. Guía de Procedimientos Operacionales para el Proyecto Experimental de Vigilancia de la Contaminación del Mar (petróleo), como parte de IGOSS. Manuales y Guías No. 7 y 13 COI/OMM. 1976.

⁶⁰ CORTES. 1987. En MOLARES, R. Componente Oceanográfica. Caracterización Físico Química de la Bahía de Cartagena. 2006.

Costeras “José Benito Vives De Andreís” – INVEMAR, para realizar un monitoreo ambiental, el cual incluyó un componente fisicoquímico (calidad de aguas y sedimentos) y uno biológico (comunidades de fondos blandos, peces y zooplancton), desarrollados en una grilla de 10 estaciones definidas en función del patrón de comportamiento de las corrientes de la Bahía de Cartagena y considerando el efecto de este en los patrones de dispersión de contaminantes desde el sector de interés en el corredor industrial de Mamonal, que incluye la zona de influencia del sistema de vertimiento del Puerto Carbonífero de la Refinería de Cartagena S.A.

El estudio incluyó tres períodos de muestreo buscando abarcar condiciones climáticas disímiles: agosto de 2007 correspondiente a la transición sequía – lluvias; noviembre de 2007 al período de lluvias; y marzo de 2008, correspondiente a sequía. En todos los casos, el muestreo se adelantó a lo largo de la red de 10 estaciones mencionadas, las cuales fueron distribuidas a en función de tres radiales a partir de la zona de interés del proyecto, conforme se registra en la Tabla 3-3 y la Figura 3-24 siguientes.

Tabla 3-3 Localización geográfica y profundidad de las estaciones de muestreo seleccionadas en la Bahía de Cartagena

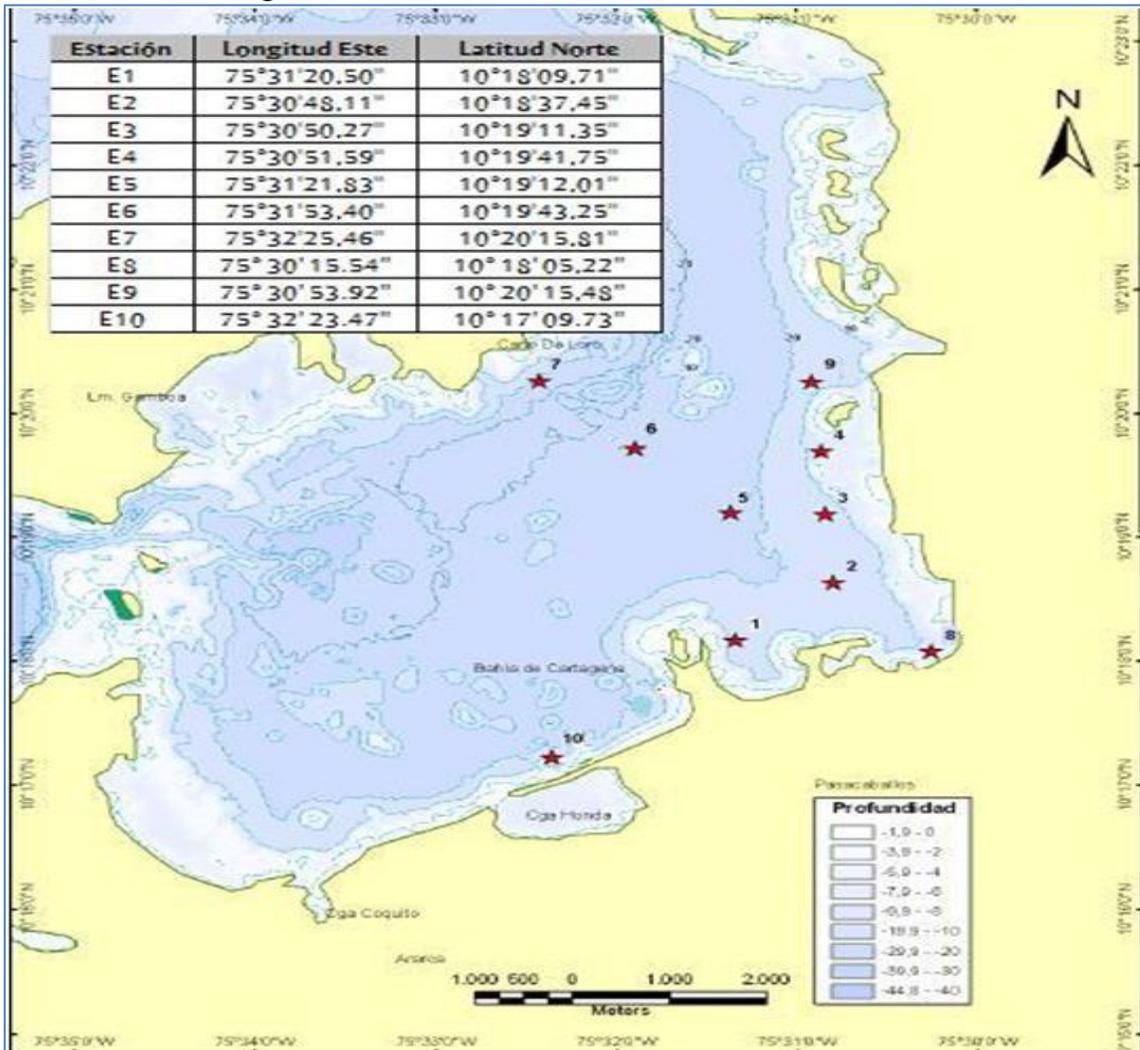
Estación	Longitud Este	Latitud Norte	PROFUNDIDAD	
INVEMAR	E1	75°31'20,50"	10°18'09,71"	15,7
	E2	75°30'48,11"	10°18'37,45"	16,5
	E3	75°30'50,27"	10°19'11,35"	12,5
	E4	75°30'51,59"	10°19'41,75"	7,70
	E5	75°31'21,83"	10°19'12,01"	20,8
	E6	75°31'53,40"	10°19'43,25"	26,3
	E7	75°32'25,46"	10°20'15,81"	26,9
	E8	75° 30' 15.54"	10° 18' 05,22"	4,5
	E9	75° 30' 53.92"	10° 20' 15,48"	14,5
	E10	75° 32' 23.47"	10° 17' 09.73"	11,6

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

Las coordenadas se dan en el sistema de referencia Magna.

Para los fines del presente estudio, vale resaltar que en lo atinente a los análisis de las variables fisicoquímicas y de las comunidades bióticas en agua y sedimentos, se utilizaron los resultados obtenidos en las estaciones E1, E2, E3, E4, E5, E6 Y E7 referidas. A su vez y para el análisis de las comunidades de peces, se utilizaron las estaciones E1, E3, E7, E8, E9, E10 pertinentes.

Figura 3-24 Ubicación de las estaciones de monitoreo del INVEMAR para el monitoreo de la calidad ambiental en una grilla de 10 estaciones en la Bahía de Cartagena



Fuente: Informe de monitoreo Bahía de Cartagena, INVEMAR, 2008. Modificado por Araujo Ibarra & Asociados S.A.

En esta sección se presentan los resultados de los tres muestreos de calidad para el componente agua realizado por INVEMAR entre el 2 y el 5 de agosto de 2007, periodo correspondiente a la época climática de transición, entre el 20 y el 23 de noviembre de 2007, periodo correspondiente a la época lluviosa y entre el 27 y el 30 de marzo de 2008, periodo correspondiente a la época seca, en donde se midieron in situ parámetros como profundidad, transparencia, temperatura, conductividad, salinidad, pH, Oxígeno disuelto y

nivel de saturación de Oxígeno, adelantando a su vez la toma de muestras en tres niveles de la columna de agua para todas las estaciones (superficie, media agua y fondo).

Así mismo y en cada una de las estaciones señaladas, se tomó una muestra compuesta a nivel de superficie-media agua y fondo, por medio de una botella oceanográfica tipo Niskin, las cuales fueron preservadas en refrigeración según las recomendaciones del *Standard Methods*⁶¹ y transportadas bajo cadena custodia al laboratorio de INVEMAR en Santa Marta, con el fin de realizar los análisis químicos en laboratorio: de parámetros como color, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos sedimentables (SS), sólidos totales (ST), turbidez, DBO₅, DQO, nitritos, nitratos, Nitrógeno amoniacal, grasas y aceites, hidrocarburos totales (cromatografía), cianuros totales, cianuro libre y cianatos.

En la Tabla 3-4 siguiente se presentan los métodos analíticos utilizados para el caso.

Tabla 3-4 Parámetros y métodos de análisis de la calidad de agua en la Bahía de Cartagena

Parámetro	Método de análisis
Transparencia	Lectura directa Disco Secchi.
Turbidez	Medición con turbidímetro HORIBA (<i>Standard Methods</i> N° 2130-B).
Color	Escala comparativa de color Merck.
Temperatura	Medición electrométrica con electrodo de sonda portátil WTW pH-315i (<i>Standard Methods</i> N° 4500-H).
Conductividad	Medición electrométrica de la conductividad con electrodo acoplado a sonda YSI 30M.
Cianuro total	Método fotométrico (<i>Standard Methods</i> N° 4500-CN C).
Cianuro libre	Método fotométrico (<i>Standard Methods</i> N° 4500-CN E).
Cianatos	Método de nesslerización y electrodo selectivo NH ₃ (Método fotométrico (<i>Standard Methods</i> N° 4500-CN L).
DBO ₅	Incubación durante 5 días a 20 °C (<i>Standard Methods</i> 5210-B).
DQO	Método con la determinación de MO por digestión con KMnO ₄ en medio básico según INVEMAR (Garay <i>et al.</i> , 2.003).
Sólidos suspendidos totales	Filtración en membrana fibra de vidrio- evaporación 103-105°C, gravimetría (<i>Standard Methods</i> N° 2540-C).
Sólidos totales	Secado a 103 °C / Gravimetría a 103 -105°C (<i>Standard Methods</i> N° 2540-B).
Sólidos sedimentables	Filtración en membrana de fibra de vidrio/ Gravimetría a 103°C (<i>Standard Methods</i> N° 2540-D).
pH	Medición electrométrica con electrodo combinado a sonda portátil WTW pH-315i (<i>Standard Methods</i> N° 4500-H).
Nitratos	Reducción con Cadmio y reacción por sulfanilamida (Garay <i>et al.</i> , 2.003).
Nitrito	Reacción por sulfanilamida (Garay <i>et al.</i> , 2003).

⁶¹ GREENBERG, A., L. CLESCERI y A.D. EATON. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 20th ed. Washington, D.C.: 1998. 1230 páginas. APHA/AWWA/WEF. 21st ed. Washington, D.C.: 2005.

Parámetro	Método de análisis
Nitrógeno amoniacal	Azul de indofenol (Garay <i>et al.</i> , 2.003).
Aceites y grasas	Gravimetría (Striklan y Parsons, 1.978).
Hidrocarburos totales	Extracción líquido-líquido con hexano / fraccionamiento en columna de alúmina / determinación fluorométrica y cromatografía (UNESCO/COI, 1982; Garay <i>et al.</i> , 2003).

Fuente: Informe de monitoreo Bahía de Cartagena, INVEMAR, 2008.

En razón a que algunas variables fueron determinadas en tres profundidades diferentes mientras que otras corresponden a muestras compuestas de la columna de agua por estación, se disoció el conjunto de información fisicoquímica en dos matrices. La primera de ellas incluyó las variables de temperatura, conductividad, salinidad, pH, oxígeno disuelto y porcentaje de saturación del oxígeno. En término general, puede decirse que esta primera matriz representa las condiciones generales de los fisicoquímicos y cuenta con registros en tres profundidades diferentes: superficial, media agua y fondo.

Esta primera matriz quedó entonces conformada por las 7 estaciones de estudio en 3 profundidades y 3 períodos, para un total de 63 estaciones-época-profundidad. Sobre ella se aplicaron pruebas no paramétricas de comparación de medianas (Kruskal-Wallis) y de comparaciones múltiples (Steel-Dwass).

La segunda matriz relativa a las muestras compuestas, cuenta con 7 estaciones en 3 períodos para un total de 21 estaciones-período. Esta matriz conjuga un copioso número de variables que incluye: profundidad, transparencia, color, sólidos suspendidos totales, sólidos sedimentables, sólidos totales, turbiedad, demanda bioquímica de oxígeno (5), demanda química de oxígeno, nitritos, nitratos, amonio, amoníaco (calculado), grasas y aceites, hidrocarburos disueltos y dispersos, mezcla compleja no resuelta (UCM), alcanos, cianuro total y cianatos.

Sobre una y otra matriz de fisicoquímicos se realizó un análisis de correlación lineal y se identificaron mediante pruebas de hipótesis para cada uno de ellas (prueba *t*), los coeficientes significativos a un 95% de confianza, los cuales se graficaron para una mejor comprensión de las interacciones. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de componentes principales partiendo de los coeficientes de correlación, para evaluar la similitud entre estaciones respecto a sus condiciones abióticas. Estos resultados se diagramaron espacialmente para reconocer el comportamiento de las masas de agua.

El análisis referido también se efectuó sobre los sedimentos que incluyó a las variables limos y arcillas, arenas, gravas, materia orgánica, carbono total, carbono inorgánico, nitrógeno total Kjeldahl, cadmio, níquel y mercurio. Cabe notar que esta última variable mostró concentraciones de no detección en el laboratorio para todas las estaciones y por tal razón no se incluyó en los análisis.

En las tablas siguientes se presentan los resultados de las condiciones fisicoquímicas generales en el agua de la bahía por cada estación y periodo de muestreo.

Tabla 3-5 Condiciones fisicoquímicas generales en el agua por estación (Ei), profundidad (S: superficie; M: media; F: fondo) y período (1: agosto 2007; 2: noviembre 2007; 3: marzo 2008).

Estación	E1S1	E1S2	E1S3	E1M1	E1M2	E1M3	E1F1	E1F2	E1F3
Temperatura (°C)	30.6	29.8	28.0	29.6	29.2	27.7	28.5	29.4	29.1
Conductividad	41.3	52.1	44.9	51.5	55.0	52.3	53.1	59.5	52.7
Salinidad (ups)	26.7	30.9	28.8	34.1	33.3	35.1	35.2	33.8	35.4
pH	7.97	8.50	8.03	7.32	8.07	8.07	7.92	8.00	8.24
O ₂ disuelto	4.67	4.40	6.25	3.72	4.32	3.62	2.38	2.73	3.99
Saturación de O ₂ (%)	62.7	55.3	81.2	48.5	61.0	46.4	31.5	34.5	51.0
Estación	E2S1	E2S2	E2S3	E2M1	E2M2	E2M3	E2F1	E2F2	E2F3
Temperatura (°C)	32.2	29.6	28.6	29.5	29.3	27.9	29.8	29.3	29.6
Conductividad	39.2	52.2	41.2	52.4	54.6	51.6	53.3	54.5	51.9
Salinidad (ups)	25.2	31.1	27.1	34.7	33.0	34.6	35.4	32.9	37.9
pH	8.21	8.05	7.97	7.98	8.11	8.10	7.87	8.05	8.35
O ₂ disuelto	6.87	3.67	6.65	3.44	4.08	4.35	3.26	3.75	3.22
Saturación de O ₂ (%)	93.5	48.1	87.0	45.0	56.2	55.8	43.1	48.6	41.5
Estación	E3S1	E3S2	E3S3	E3M1	E3M2	E3M3	E3F1	E3F2	E3F3
Temperatura (°C)	31.0	29.0	27.1	29.8	28.9	27.4	29.1	28.9	28.2
Conductividad	29.6	42.7	43.0	51.2	53.9	51.6	53.3	52.8	53.0
Salinidad (ups)	18.5	25.2	28.2	33.8	32.8	34.5	35.3	32.1	35.5
pH	7.97	7.98	8.05	7.90	8.01	8.12	7.92	7.97	8.27
O ₂ disuelto	5.76	5.35	5.79	3.24	4.28	4.55	3.85	4.31	3.35
Saturación de O ₂ (%)	76.7	62.0	74.5	42.6	54.2	57.5	49.9	56.8	42.3
Estación	E4S1	E4S2	E4S3	E4M1	E4M2	E4M3	E4F1	E4F2	E4F3
Temperatura (°C)	32.4	30.0	28.3	31.1	29.7	28.6	30.4	30.1	30.5
Conductividad	26.8	49.9	30.7	48.2	54.6	47.0	51.5	54.6	51.4
Salinidad (ups)	16.6	29.3	19.7	31.6	30.7	31.2	34.1	32.4	34.5
pH	8.26	8.01	7.82	7.95	7.98	8.06	7.88	7.95	8.18
O ₂ disuelto	7.85	4.50	6.35	4.16	4.24	5.85	3.36	4.00	4.45
Saturación de O ₂ (%)	107.2	54.4	85.1	51.5	55.6	75.9	44.9	52.5	57.4
Estación	E5S1	E5S2	E5S3	E5M1	E5M2	E5M3	E5F1	E5F2	E5F3
Temperatura (°C)	30.4	29.6	27.2	29.2	29.1	27.2	28.9	29.4	28.3
Conductividad	36.4	50.7	40.6	52.5	55.5	52.9	53.5	56.0	53.2
Salinidad (ups)	23.1	30.1	26.5	34.8	33.7	35.5	35.5	33.9	35.7
pH	8.00	8.02	8.05	7.88	8.00	8.11	7.77	7.82	8.29
O ₂ disuelto	4.90	4.11	5.45	4.28	4.06	4.40	2.40	2.82	3.54
Saturación de O ₂ (%)	65.2	54.9	71.3	55.4	51.8	50.9	30.8	39.4	44.7

Continúa...

Estación	E6S1	E6S2	E6S3	E6M1	E6M2	E6M3	E6F1	E6F2	E6F3
Temperatura (°C)	31.2	29.5	27.3	29.1	29.3	27.2	28.8	29.5	28.0
Conductividad	43.1	50.1	43.5	53.3	56.2	56.4	53.6	57.7	56.6
Salinidad (ups)	27.9	29.8	26.3	35.3	34.0	35.7	35.5	35.0	35.7
pH (ud)	8.06	8.11	7.86	7.87	8.08	7.93	7.62	7.75	8.12
O ₂ disuelto (mg/l)	3.86	4.89	5.30	2.89	4.55	3.98	0.92	0.52	3.71
Saturación de O ₂ (%)	52.8	65.0	67.5	34.4	58.0	50.4	11.5	7.5	47.1

Estación	E7S1	E7S2	E7S3	E7M1	E7M2	E7M3	E7F1	E7F2	E7F3
Temperatura (°C)	30.4	29.5	26.2	29.1	29.2	26.6	28.6	29.1	27.1
Conductividad	34.7	52.0	45.9	52.7	55.4	56.2	53.1	53.6	56.3
Salinidad (ups)	22.0	31.0	28.1	34.9	33.6	35.8	35.2	34.3	36.2
pH (ud)	8.07	8.04	7.88	7.91	7.99	7.93	7.67	7.65	8.12
O ₂ disuelto (mg/l)	4.25	4.58	5.86	3.04	3.84	4.11	1.86	0.55	4.30
Saturación de O ₂ (%)	56.9	59.8	74.5	40.1	50.5	51.6	23.2	7.7	54.3

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009

Tabla 3-6 Condiciones fisicoquímicas en el agua por estación (Ei) y período (1: agosto 2007; 2: noviembre 2007; 3: marzo 2008).

Estación	E1.1	E1.2	E1.3	E2.1	E2.2	E2.3	E3.1	E3.2	E3.3	E4.1	E4.2	E4.3	E5.1	E5.2	E5.3	E6.1	E6.2	E6.3	E7.1	E7.2	E7.3
Profundidad	15.7	16.1	15.9	16.5	16.0	16.0	12.5	13.0	12.5	7.7	8.1	7.5	20.8	20.8	22.0	26.3	26.4	26.0	26.9	27.1	27.0
Transparencia	0.7	1.9	1.2	1.0	1.9	1.2	0.5	1.7	1.2	0.6	1.0	0.9	0.3	0.9	0.8	0.5	0.8	0.7	0.4	0.9	0.6
Color (U/hazen)	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	1.0	5.0	0.0	0.0	3.0	1.0	5.0	7.0	1.0	0.0	8.0
SST (mg/l)	34.9	29.1	11.6	23.5	24.3	9.1	38.0	39.2	7.7	27.2	28.7	14.2	36.3	101.7	10.0	32.7	31.0	12.3	24.0	33.9	8.9
SSed (mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	6.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ST (mg/l)	41974	41200	36375	39688	44972	35100	38548	41076	35250	35914	38096	34050	37786	37776	35800	40700	54256	35425	36968	40456	36650
Turbidez (NTU)	13.0	15.0	22.0	15.0	18.0	14.0	10.0	69.0	8.0	23.0	31.0	40.0	19.0	282.0	28.0	32.0	20.0	47.0	27.0	9.0	30.0
DBO ₅ (mg/l)	0.6	6.6	2.6	2.3	3.9	1.4	0.9	4.8	1.1	1.7	7.1	3.2	0.6	6.4	0.4	0.3	4.8	3.2	0.2	8.4	3.0
DQO (mg/l)	5.6	14.2	3.4	10.4	8.9	3.6	10.9	11.1	2.7	9.1	15.2	3.5	7.2	13.5	3.3	13.1	10.6	3.3	0.2	18.0	3.2
Nitritos (µg/l N)	28.1	7.8	4.0	21.2	12.7	33.2	46.2	13.0	11.5	57.9	21.5	11.8	19.6	3.4	31.0	0.3	2.9	8.4	6.3	7.1	10.4
Nitratos (µg/l N)	296.4	58.8	87.7	246.5	47.1	30.7	532.9	118.2	46.1	215.3	167.7	18.9	301.5	41.8	0.3	378.2	85.4	0.3	330.0	44.2	21.6
N amoniacal (µg/l N-NH ₄)	15.1	32.1	1.4	31.9	3.8	4.6	37.6	93.7	1.4	35.6	153.0	1.4	1.4	8.6	1.4	7.2	20.5	1.4	5.4	22.5	1.4
Amoníaco (µg/l N)	0.2	2.5	0.2	2.0	0.3	0.5	2.0	6.3	0.2	2.2	9.7	0.1	0.1	0.6	0.2	0.4	1.6	0.1	0.3	1.5	0.1
Grasas y aceites (mg/l)	5.2	107.7	0.4	10.1	28.5	0.5	50.0	70.0	0.6	7.5	48.8	0.5	8.5	50.0	0.4	10.0	29.2	1.1	8.2	80.9	0.7
HDD (µg/l)	1.4	0.3	0.4	3.9	1.6	0.7	2.8	0.6	2.0	3.2	1.8	0.5	1.2	0.2	1.2	4.6	0.2	1.0	3.1	0.4	0.8
UCM (µg/l)		5.0	3.4		7.6	7.1		5.7	18.1		19.6	6.7		5.4	12.7		7.3	4.4		5.9	6.1
Σ n-alcanos (µg/l)		0.4	0.8		0.4	0.6		0.4	2.5		2.4	0.4		0.4	0.6		0.4	0.5		0.4	5.2
Cianuro total (µg/l)	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0
Cianuro libre (µg/l)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Cianatos (µg/l)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	300.0	100.0	100.0	660.0	100.0	100.0

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009. Los datos en blanco se trabajaron con el valor promedio de cada estación en los componentes principales.

Sobre el primer conjunto de variables se eligieron 4 de ellas para las comparaciones no paramétricas de medianas, descartándose el oxígeno disuelto que queda representado en el porcentaje de saturación y la conductividad expresada en la salinidad. La prueba entre profundidades arrojó los siguientes resultados:

Profundidades:

Temperatura: No hay diferencias significativas
pH: No hay diferencias significativas
Salinidad: Fondo Media Superficial ($p < 0.05$)
Oxígeno (%): Superficial Media Fondo ($p < 0.05$)

Se aprecia que ni la temperatura ni el pH muestran diferencias significativas con la profundidad; no así, la salinidad que disminuye en la superficie, lo que denota el avance de la pluma del Canal del Dique sobre la Bahía, mientras que el oxígeno decrece progresivamente con la profundidad, hecho posiblemente asociado con procesos fotosintéticos del fitoplancton en superficie y de re-aireación natural por el viento y el oleaje.

Períodos:

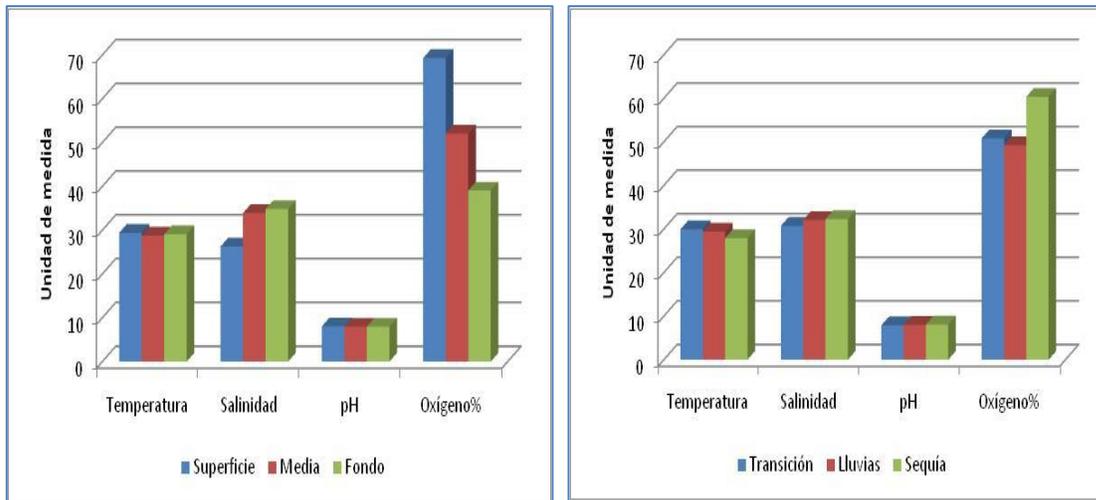
Temperatura: Transición Lluvias Sequía ($p < 0.05$)
pH: No hay diferencias significativas
Salinidad: Transición Lluvias Sequía ($p < 0.05$)
Oxígeno (%): No hay diferencias significativas

Para el caso de los períodos climáticos, el pH y el oxígeno no muestran diferencias significativas, en tanto la temperatura muestra registros menores durante el período de sequía (época de vientos Alisios). De igual modo, la salinidad muestra los registros más altos durante la transición sequía-lluvias, es decir, antes de iniciarse el período de lluvias.

Los resultados previos claramente demuestran tanto efectos espaciales verticales como estacionales, en las condiciones fisicoquímicas de las aguas, donde el Canal del Dique y posiblemente los vientos Alisios juegan un papel importante.

Como valor de referencia general es importante notar que los registros promedio para las variables referidas son: temperatura 29.1 °C, salinidad 31.7 ups, pH 8.0 y oxígeno de saturación 53.5%. De los anteriores se destacan los bajos niveles del oxígeno, los cuales están asociados a las aguas más profundas.

Figura 3-25 Valores medios por profundidad y período para las cuatro variables analizadas.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

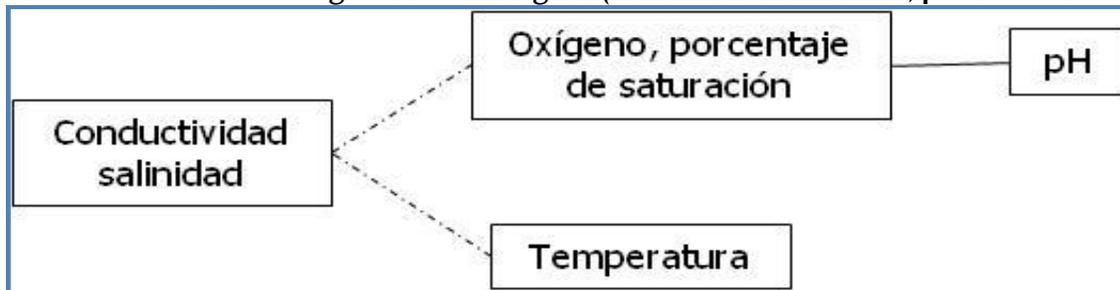
El análisis de correlación para el grupo de variables medidas en tres profundidades diferentes se expone en la Tabla 3-7 y Figura 3-26. A partir de ellas se define que la conductividad y la salinidad conforman un grupo estrecho dado que una y otra expresan la concentración de los sólidos disueltos. El oxígeno y el porcentaje de saturación hacen lo propio pues se refieren a mediciones sobre una misma variable. Más importante aún, es que el incremento de las primeras va acompañado con una reducción de las segundas, así como con reducción de la temperatura. Por el contrario, el aumento del oxígeno se acompaña con incremento del pH. Ello significa que las aguas continentales aportan oxígeno, e incrementan el pH y la temperatura.

Tabla 3-7 Matriz de correlaciones entre las variables fisicoquímicas que definen la calidad general de las aguas.

	Temperatura	Conductividad	Salinidad	pH	O. Disuelto	O. Saturación
Temperatura	1					
Conductividad	<u>-0.319</u>	1				
Salinidad	<u>-0.359</u>	<u>0.931</u>	1			
pH	0.091	-0.104	-0.102	1		
O. Disuelto	0.057	<u>-0.680</u>	<u>-0.698</u>	<u>0.411</u>	1	
O. Saturación	0.113	<u>-0.702</u>	<u>-0.722</u>	<u>0.400</u>	<u>0.993</u>	1

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.
Subrayado: coeficientes significativos al 95% de confianza.

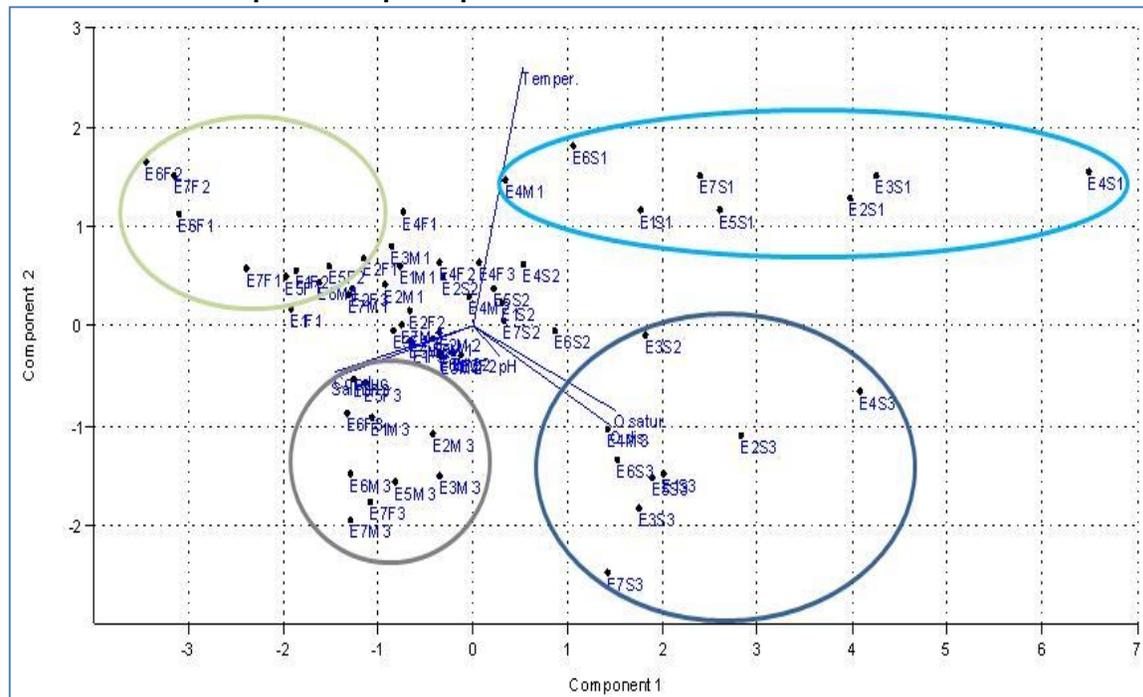
Figura 3-26 Correlaciones significativas entre las variables fisicoquímicas que definen la calidad general de las aguas (línea continua: directa; punteado: inversa).



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

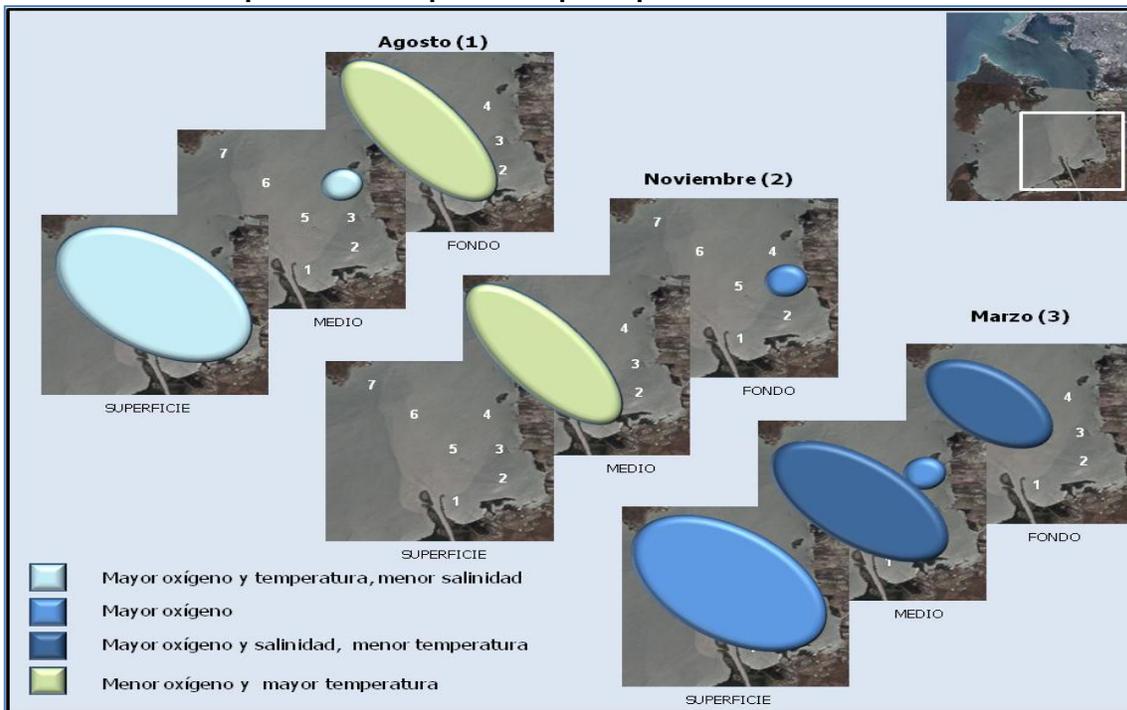
La Figura 3-27 expresa el resultado de los dos primeros componentes principales para dicho grupo de variables, los cuales incluyen el 85.4% de la variación explicada (Componente I: 65.3%; Componente II: 20.1%). Los grupos que se disocian se representan espacialmente en la Figura 3-28 y en ella se reconocen claramente efectos temporales y espaciales, estos últimos horizontales y verticales.

Figura 3-27 Expresión de las condiciones generales del agua en los dos primeros componentes principales.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-28 Representación espacial de las condiciones generales del agua según los dos primeros componentes principales.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

El mes de noviembre que constituye la época de lluvia, muestra prevalencia de valores medios en las condiciones fisicoquímicas, mostrando agosto y marzo las condiciones más extremas. Es así como las mayores temperaturas ocurren en agosto y las menores en aguas medias y de fondo durante marzo, lo que denota estratificación térmica. De otro lado, durante agosto el efecto vertical queda expresado en una reducción del oxígeno a mayor profundidad, condición esta que se manifiesta también a media agua durante noviembre.

Los efectos horizontales, por otro lado, se reconocen en aquellas estaciones que para igual época y profundidad, exponen condiciones diferentes. En general estos efectos son menores que los temporales y que la estratificación vertical. El caso más destacado se refiere a que las estaciones 2, 3 y 4 más próximas al costado oriental de la Bahía, exhiben para el fondo durante agosto y media agua durante noviembre, mayor oxígeno que las estaciones 1, 5, 6 y 7; pero, tal situación se invierte para el fondo durante marzo. En tal sentido, las mayores diferencias ocurren entre estaciones centrales de la Bahía y las próximas a la costa oriental de la misma.

Por lo anterior, puede decirse que los mayores efectos del Canal del Dique se expresan en las aguas superficiales durante el mes de agosto y, los menores, durante marzo a media

agua y en profundidad. Cabe recordar que durante este último período priman los vientos Alisios del norte-noreste con las aguas marinas entrando a la Bahía por Bocagrande.

En lo atinente al segundo set de variables, cabe recordar que se refiere a aquellas que fueron determinadas por muestras compuestas sobre la columna de agua, por lo que cada una de las 7 estaciones queda representada en 3 períodos para un total de 21 estaciones-período.

La Tabla 3-8, presenta los coeficientes de correlación para tal conjunto de variables y la Figura 3-29 despliega las correlaciones significativas.

Este conjunto de correlaciones revela un grupo de variables que representa a los sólidos (suspendidos, totales, sedimentables, y turbiedad), asociado con las grasas-aceites, la DQO y el amonio-amoníaco; y menor asociación con la DBO_5 . Este grupo, por demás, se relaciona inversamente con el color y los cianuros totales. Podría suponerse entonces, que dicho grupo describe los aportes del Canal del Dique representados no solamente en aguas turbias y con alta carga de sedimentos, sino en una mayor demanda de oxígeno y una menor presencia de cianuros.

De otro lado, se destaca un segundo grupo menos consolidado que incluye hidrocarburos, cianatos y nitratos. En relación con los primeros, las mayores concentraciones (2 a 4.6 mg/l) se expresan durante el mes de agosto en 5 de las 7 estaciones, mostrando las 2 más próximas a la desembocadura del Canal del Dique (1 y 5) los menores registros, hecho que presupone fuentes de origen distintas a los aportes continentales. Situación parecida ocurre con los cianatos cuyos mayores registros ocurren también durante agosto en las estaciones 6 y 7 (300 a 660 Cg/l).

Cabe destacar por demás, que la concentración de alcanos no se relaciona positiva o negativamente con otras variables.

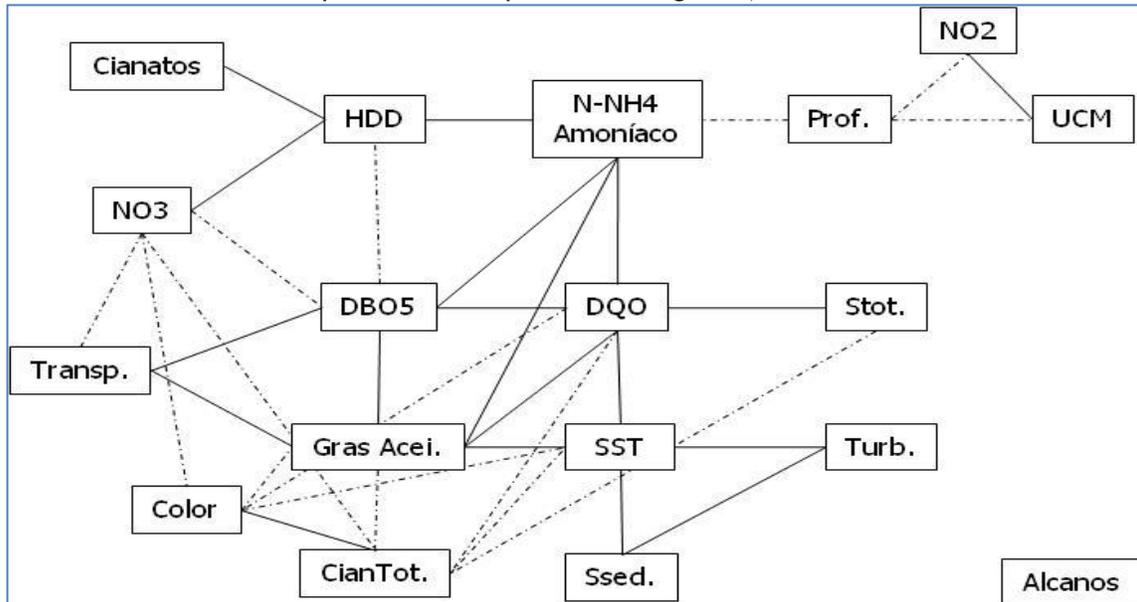
Tabla 3-8 Matriz de correlaciones entre las variables fisicoquímicas en aguas.

	Prof.	Trans.	Color	SST	Ssed.	Stot.	Turb.	DBO5	DQO	NO2	NO3	NH4	Amon.	Gr Ac.	HDD	UCM	Alcan.	CiaTot.	Cianat.
Profund.	1																		
Transpar.	-0.355	1																	
Color	0.262	-0.247	1																
SST	0.059	-0.054	<u>-0.498</u>	1															
S.sedim.	0.091	-0.028	-0.180	<u>0.847</u>	1														
S.totales	0.272	0.223	-0.150	0.228	-0.061	1													
Turbiedad	0.084	-0.009	-0.100	<u>0.823</u>	<u>0.969</u>	-0.088	1												
DBO ₅	-0.007	<u>0.477</u>	-0.079	0.376	0.313	0.301	0.330	1											
DQO	-0.048	0.239	<u>-0.530</u>	<u>0.569</u>	0.245	<u>0.438</u>	0.213	<u>0.688</u>	1										
NO ₂	<u>-0.535</u>	-0.195	-0.190	-0.122	-0.209	-0.273	-0.257	-0.374	-0.062	1									
NO ₃	-0.070	<u>-0.479</u>	<u>-0.472</u>	0.197	-0.161	0.078	-0.203	<u>-0.472</u>	0.149	0.350	1								
N-NH ₄	<u>-0.457</u>	0.240	-0.301	0.157	-0.089	0.121	-0.007	<u>0.463</u>	<u>0.533</u>	0.186	0.154	1							
Amoníaco	<u>-0.442</u>	0.295	-0.282	0.143	-0.088	0.136	-0.001	<u>0.501</u>	<u>0.538</u>	0.144	0.091	<u>0.995</u>	1						
GrasyAcei.	-0.056	<u>0.502</u>	<u>-0.491</u>	<u>0.462</u>	0.185	0.352	0.179	<u>0.755</u>	<u>0.786</u>	-0.157	-0.022	<u>0.485</u>	0.514	1					
HDD	-0.055	-0.360	-0.295	-0.091	-0.234	-0.105	-0.259	<u>-0.537</u>	0.027	0.307	<u>0.703</u>	0.061	0.018	-0.296	1				
UCM	<u>-0.481</u>	-0.063	-0.124	-0.166	-0.146	-0.200	-0.189	-0.073	0.065	<u>0.455</u>	0.097	<u>0.460</u>	<u>0.449</u>	-0.067	0.279	1			
Alcanos	0.098	-0.280	0.394	-0.284	-0.132	-0.279	-0.134	-0.137	-0.330	0.034	0.037	0.089	0.073	-0.230	0.133	0.326	1		
CianTot.	-0.001	-0.009	<u>0.724</u>	<u>-0.614</u>	-0.158	<u>-0.557</u>	-0.122	-0.260	<u>-0.702</u>	-0.063	<u>-0.568</u>	-0.414	-0.391	<u>-0.556</u>	-0.325	0.025	0.242	1	
Cianatos	0.382	-0.331	-0.114	-0.018	-0.065	-0.067	-0.043	-0.335	-0.272	-0.245	0.393	-0.137	-0.145	-0.152	<u>0.447</u>	-0.152	0.266	-0.205	1

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Subrayado: coeficientes significativos al 95% de confianza.

Figura 3-29 Correlaciones significativas entre las variables fisicoquímicas (línea continua: positiva; línea punteada: negativa).



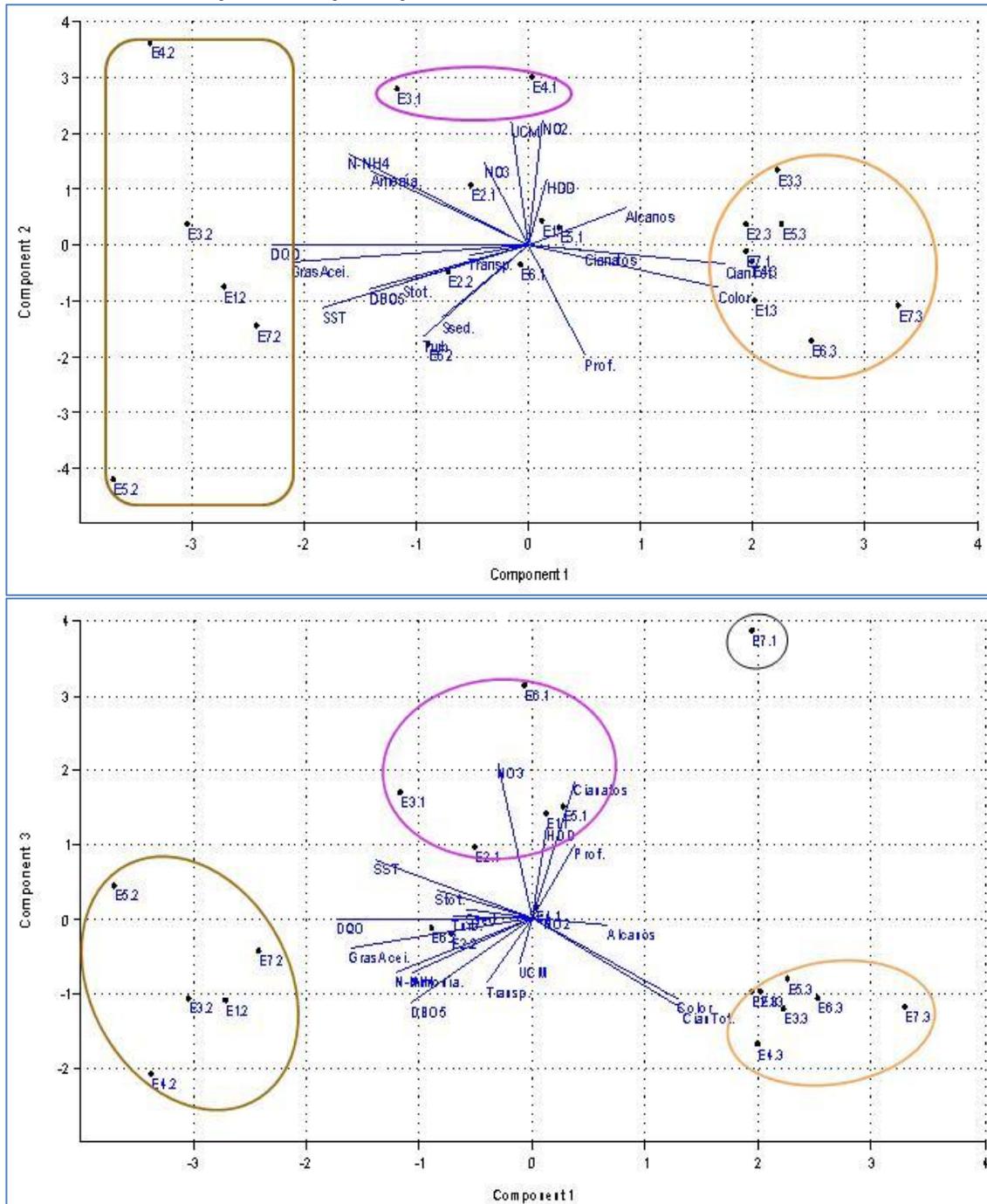
Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

La Figura 3-30 despliega la representación de las estaciones y las variables fisicoquímicas en los 3 primeros componentes principales, y la Figura 3-31 la expresión espaciotemporal de dichos componentes, notándose que en ellos se almacena el 92.6% de la varianza de información. Sobre este conjunto de variables-estaciones predominan los efectos temporales, con gran uniformidad espacial en las condiciones fisicoquímicas durante marzo, en tanto agosto expone efectos horizontales con mayores concentraciones de nitrógeno (NO_3 , NO_2), hidrocarburos y UCM en algunas de las estaciones más cercanas a la costa. Durante el mes de noviembre por su parte, las diferencias espaciales horizontales se reconocen en las concentraciones de amonio (Estación 4).

Las demás estaciones muestran condiciones promedio con respecto al conjunto de la información analizada.

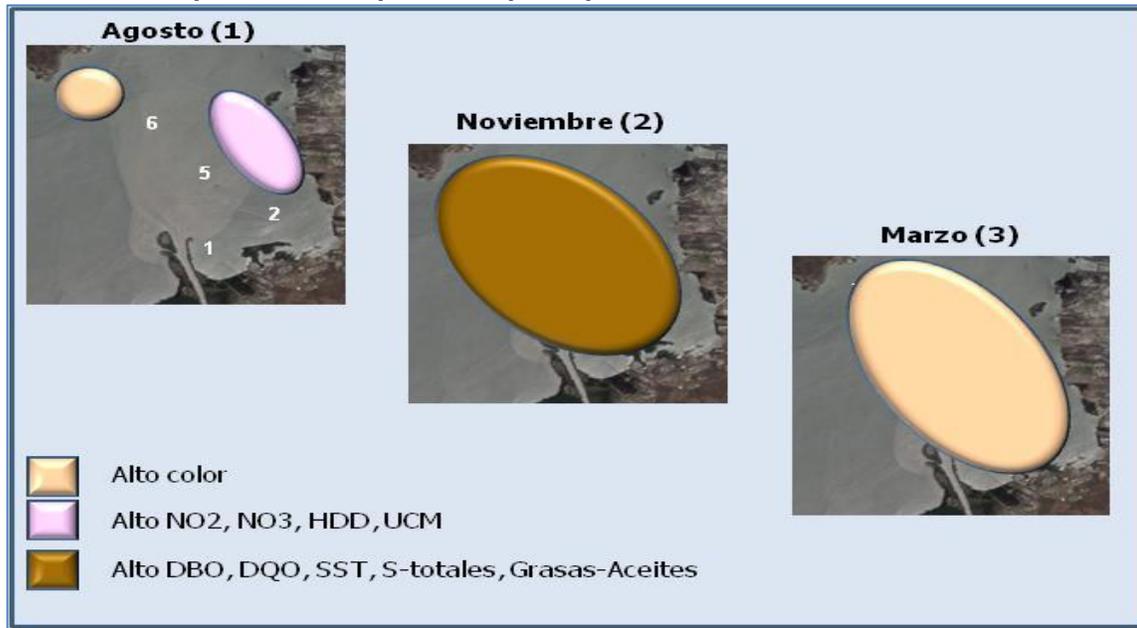
Por otro lado, durante el período de lluvias (noviembre) priman condiciones de turbiedad y alta carga de sólidos acompañados con grasas y aceites y alta demanda de oxígeno, mientras que durante marzo se registran las unidades de color más altas.

Figura 3-30 Expresión de las condiciones del agua en los tres primeros componentes principales.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-31 Representación espacial de las condiciones del agua según los dos primeros componentes principales.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

A la luz de la calidad del agua manifiesta en un grupo reducido de variables, se realizaron comparaciones de medianas entre períodos mediante las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Steel-Dwass para la DBO_5 , el nitrógeno amoniacal, las grasas y aceites y los hidrocarburos disueltos y dispersos. Los resultados fueron los siguientes:

Períodos:

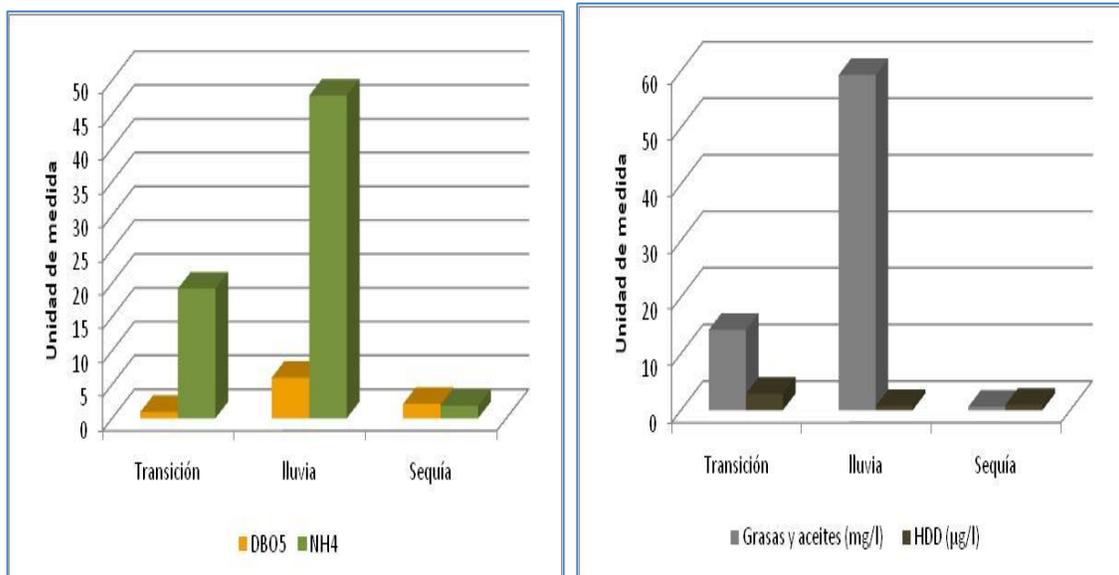
DBO_5 : Lluvias Sequía Transición ($p < 0.05$)
 N. amoniacal: Lluvias Transición Sequía ($p < 0.05$)
 Grasas y aceites: Lluvias Transición Sequía ($p < 0.05$)
 Hidrocarburos: Transición Lluvias Sequía ($p < 0.05$)

Se aprecia por un lado, que hay incrementos en la DBO_5 asociados al período de Lluvias y de manera próxima, el nitrógeno amoniacal se reduce durante el período de sequía, mostrando los mayores registros durante Lluvias y transición. Un comportamiento similar se presenta para las grasas y aceites, situación que presupone efectos del Canal del Dique sobre las anteriores variables. Los hidrocarburos, no obstante, muestran un patrón inverso con las menores concentraciones durante el período de Lluvias lo que

denota una fuente de origen distinta, presumiblemente originada por el sector industrial de Mamonal. Los promedios de las anteriores variables se exhiben en la Figura 3-32.

Vale notar que la calidad de las aguas frente a parámetros de referencia, muestra problemas de DBO₅ durante el período de lluvias (6 mg/l); el nitrógeno amoniacal se encuentra en valores normales o de oligotrofia (máx. 0.153 mg/l) (Roldán, 1992); las grasas y aceites muestran concentraciones muy elevadas llegando hasta 107.65 mg/l; y los hidrocarburos alcanzan concentraciones moderadas durante transición (2.9 mg/l) (USEPA 1985 en Vallejo 1997).

Figura 3-32 Valores medios por época para las cuatro variables analizadas.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

3.2.9.6 Caracterización de sedimentos marinos

Fuera del material sedimentario de origen terrestre aportado a la Bahía, en su lecho se vierten una importante cantidad de materia orgánica y otros desechos, principalmente por las aguas del Canal del Dique, los vertidos de alcantarillado sanitario y pluvial de Cartagena y la escorrentía de las aguas lluvias y negras no controladas aún.

Dentro de los contaminantes con mayor significancia encontrados en los sedimentos de la Bahía de Cartagena, mismos que han sido reportados por los estudios realizados durante las décadas de los 80 y 90, figuran los metales pesados provenientes

principalmente de los vertimientos industriales y de la descarga de las aguas del Canal del Dique, registrando concentraciones de Mercurio entre 0,05 a 0,77 $\mu\text{g/g}$, Cadmio entre 0,15 a 1,44 $\mu\text{g/g}$, Cobre entre 0,18 a 19,3 $\mu\text{g/g}$ y Hierro entre 160 a 1444 $\mu\text{g/g}$.⁶²

Otros de los contaminantes encontrados en años anteriores al 2000 en los sedimentos de la bahía son los hidrocarburos aromáticos, para los que se registraron en su momento concentraciones entre 0,58 - 400 $\mu\text{g/g}$, encontrándose las mayores concentraciones frente a la zona de influencia del punto de descarga industrial de ECOPETROL. Estos valores pueden ser considerados significativos de continuarse su aporte, al compararlos con concentraciones registradas de entre 200 - 1000 $\mu\text{g/g}$, reportadas para algunas zonas del Golfo de México y de la Bahía de New York.⁶³

Sin embargo, para determinar el estado actual, se cuenta con los resultados de los monitoreos de las variables físico químicas de los sedimentos realizado por el INVEMAR al mismo tiempo que se midió la calidad del agua de la Bahía de Cartagena.

Para la toma de muestras en cada una de las 7 estaciones señaladas, se empleó una draga tipo Van Veen de aproximadamente 0,04 m² de cubrimiento, 17 Kg de peso y penetración de 40 cm., retirando del centro del balde las muestras para evitar recoger los sedimentos que entraron en contacto con las paredes metálicas de la draga. Una vez recolectadas, las muestras fueron preservadas, congeladas y transportadas bajo cadena custodia al INVEMAR, en donde se le realizaron los análisis de laboratorio señalados, siguiendo los estándares internacionales y requisitos legales de monitoreo en sedimentos (IGAC, 1990; FAO, 1984; Garay et al., 2003), aplicando adaptaciones de los métodos reportados en el *Standard Methods* (2005)⁶⁴ para aguas y sedimentos.

⁶² GARAY, J.A. et al, Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la contaminación y protección de la calidad de las aguas marinas y costeras. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Adréis”. Tomo I y II. Santa Marta: INVEMAR, 2001.

⁶³ GARAY, J.A. et al, Óp. cit. 2001.

⁶⁴ GREENBERG, A., L. CLESCERI y A.D. EATON. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 20th ed. Washington, D.C.: 1998. 1230 páginas. APHA/AWWA/WEF. 21st ed. Washington, D.C.: 2005.

Tabla 3-9 Métodos analíticos utilizados para la caracterización de los sedimentos

Parámetro	Laboratorio	Método analítico
Lomos y arcillas, arenas	INVEVAR	Gravimétrico (dispersión en hexametáfosfato de sodio y cribado en diferentes tamices; Dewis y Freitas (1984)).
Materia orgánica	INVEVAR	Gravimetría (Buchanan, 1984).
Carbono total	INVEVAR	Analizador de elementos.
Carbono inorgánico	INVEVAR	Gasométrico según Barnard (Holme y McIntyre, 1971).
Nitrógeno total Kjeldahl	INVEVAR	NTK (IGAC, 1990; Chapman 1973).
Mercurio	INVEVAR	Extracción débil (biodisponible); lectura en espectrofotometría de plasma.
Cadmio	INVEVAR	Extracción débil (biodisponible); lectura en espectrofotometría de plasma.
Níquel	INVEVAR	Extracción débil (biodisponible); lectura en espectrofotometría de plasma.

Fuente: Informe de monitoreo Bahía de Cartagena, INVEVAR, 2008.

Como se reportó, las estaciones de monitoreos, corresponden a las mismas 7 estaciones utilizadas para el monitoreo de la calidad del agua de la Bahía de Cartagena, que se georreferencian a continuación, mostrando la profundidad de la toma de la muestra.

Tabla 3-10 Localización geográfica y profundidad de las estaciones de monitoreo de sedimentos de la Bahía de Cartagena

Estación	Longitud Este	Latitud Norte	PROFUNDIDAD	
INVEVAR	E1	75°31'20,50"	10°18'09,71"	15,7
	E2	75°30'48,11"	10°18'37,45"	16,5
	E3	75°30'50,27"	10°19'11,35"	12,5
	E4	75°30'51,59"	10°19'41,75"	7,70
	E5	75°31'21,83"	10°19'12,01"	20,8
	E6	75°31'53,40"	10°19'43,25"	26,3
	E7	75°32'25,46"	10°20'15,81"	26,9
	E8	75° 30' 15.54"	10° 18' 05,22"	4,5
	E9	75° 30' 53.92"	10° 20' 15,48"	14,5
	E10	75° 32' 23.47"	10° 17' 09.73"	11,6

Fuente: Informe de monitoreo Bahía de Cartagena, INVEVAR, 2008.

Las coordenadas se dan en el sistema de referencia Magna.

Los registros fisicoquímicos en sedimentos se presentan en la Tabla 3-11 y como primera medida se llevó a cabo un análisis de correlaciones entre el conjunto de variables determinadas en los sedimentos y tales resultados se exponen en la Tabla 3-12 y en la Figura 3-33. Cabe recordar que el mercurio fue eliminado del análisis puesto que no mostró concentraciones en ninguna estación.

Tabla 3-11 Condiciones fisicoquímicas en sedimentos por estación (Ei) y período (1: agosto 2007; 2: noviembre 2007; 3: marzo 2008).

	E1.1	E1.2	E1.3	E2.1	E2.2	E2.3	E3.1	E3.2	E3.3	E4.1	E4.2	E4.3	E5.1	E5.2	E5.3	E6.1	E6.2	E6.3	E7.1	E7.2	E7.3
Limos y arcillas (%)	96.84	86.84	96.04	88.14	74.88	98.49	85.76	73.24	99.38	76.50	79.56	97.28	91.56	84.63	96.43	93.10	70.44	83.44	73.56	43.70	92.71
Arenas (%)	3.16	13.16	3.96	11.86	25.10	1.49	14.24	26.70	0.56	23.42	20.40	2.68	8.42	15.33	3.55	6.90	29.56	16.56	26.44	56.30	7.29
Gravas (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.06	0.06	0.08	0.04	0.04	0.02	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Materia orgánica (%)	6.75	6.23	2.90	7.20	5.31	2.75	7.90	6.34	4.15	8.20	6.44	3.25	7.10	5.75	3.34	7.40	6.02	2.95	8.35	6.53	3.65
Carbono total (%)	4.37	0.53	6.15	4.44	0.44	6.19	4.56	0.55	8.03	4.60	0.87	7.35	4.68	0.48	6.58	4.41	0.41	6.13	4.82	0.49	7.03
Carbono inorgánico (%)	0.13	0.21	0.25	0.16	0.29	0.15	0.35	0.39	0.72	0.49	0.69	0.52	0.68	0.18	0.19	0.71	0.08	0.22	0.62	0.27	0.8
Nitrógeno total Kjeldahl (mg/kg)	1515.9	721.7	1,862	1416.1	676.8	1,893	1547.4	640.7	2,476	1315.8	586.3	2,237	1380.9	646.1	1,992	1294.3	728.2	1,859	1598.8	718.5	2,132
Mercurio ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cadmio (mg/kg)	0.7332	<0,04	0.3945	0.3633	<0,04	0.3627	0.3233	<0,04	<0,04	0.1167	<0,04	0.0596	0.6032	<0,04	<0,04	0.4532	<0,04	<0,04	0.1866	<0,04	<0,04
Níquel (mg/kg)	7.2055	1.8900	4.1534	5.2395	1.7100	3.4810	4.4691	0.8700	2.1983	3.4930	0.0200	1.9616	5.7549	1.8800	1.5797	5.1786	1.5900	1.5431	3.1996	0.5500	0.3599

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

El Mercurio no se incluyó en el análisis de componentes principales por no mostrar variación. Los registros de cadmio < 0.04 se reemplazaron por 0.02 en dicho análisis.

Se aprecia en las correlaciones obtenidas, que los limos y arcillas están asociados al carbono total y al nitrógeno Kjeldahl, y que el incremento de los anteriores se corresponde con la disminución del porcentaje de arenas y materia orgánica. Al respecto, vale notar que el sustrato predominante corresponde a limos y arcillas con porcentajes elevados para todas las estaciones y épocas, con excepción de la estación 7 durante agosto (43.7%) los cuales son reemplazados por arenas (56.3%). Lo anterior señala la alta preponderancia del Canal del Dique en sus aportes al sedimento de la Bahía, por encima de los aportes de arenas marinas. Adicionalmente, en tanto el carbono total se asocia a limos y arcillas, la materia orgánica muestra más afinidad con las arenas.

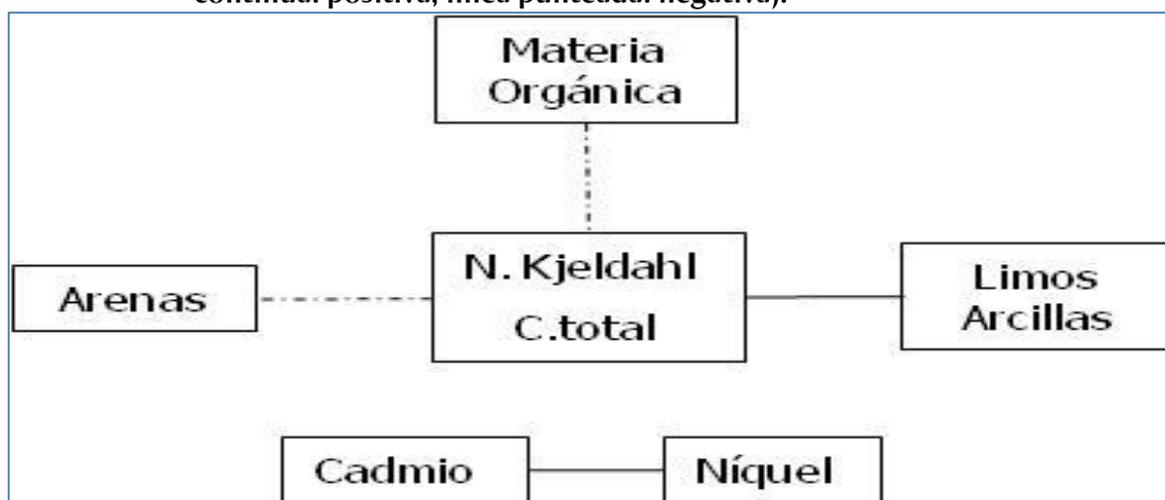
Tabla 3-12 Matriz de correlaciones entre las variables fisicoquímicas en aguas.

	Limos Arcill.	Aren.	Grava	Mat. Org.	Car. Total	Car. Inorg.	N. Total Kjeldahl	Cd	Ni
Limos y arcillas	1								
Arenas	<u>-1.000</u>	1							
Gravas	-0.013	0.011	1						
Materia orgánica	-0.439	0.439	0.025	1					
Carbono total	<u>0.662</u>	<u>-0.662</u>	-0.052	-0.473	1				
Carbono inorgánico	0.067	-0.067	0.248	0.184	0.248	1			
Nitrógeno Kjeldahl	<u>0.643</u>	<u>-0.643</u>	-0.071	<u>-0.540</u>	<u>0.985</u>	0.203	1		
Cadmio	0.382	-0.382	-0.372	0.275	0.230	-0.089	0.153	1	
Níquel	0.410	-0.410	-0.281	0.361	0.271	-0.151	0.195	<u>0.935</u>	1

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Subrayado: coeficientes significativos al 95% de confianza.

Figura 3-33 Correlaciones significativas entre las variables fisicoquímicas (línea continua: positiva; línea punteada: negativa).

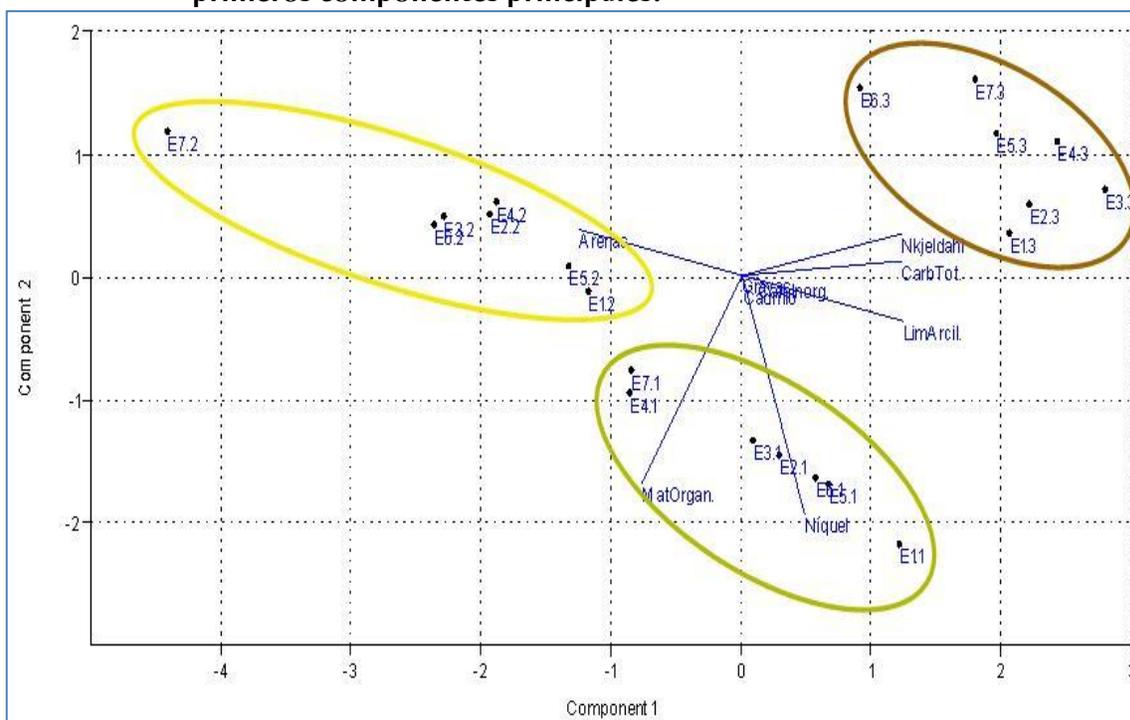


Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Resultado importante también, es el que se refiere a una alta correlación significativa ($r = 0.93$) entre los contaminantes Cadmio y Níquel, relación que se sustenta en que los dos valores más altos en cada variable se corresponden durante el período de agosto con las estaciones 1 y 5, que sin vecinas entre sí.

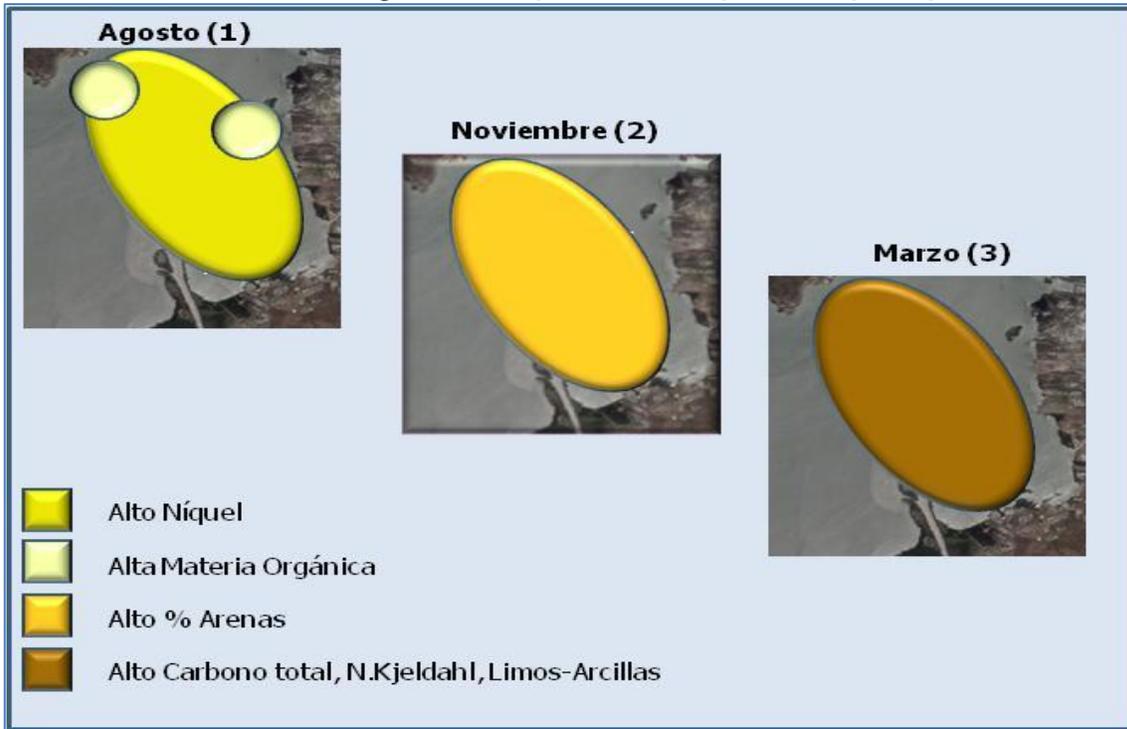
De otro lado, el análisis de componentes principales expresa las similitudes entre estaciones-épocas y sus resultados se exponen en la Figura 3-34 y la Figura 3-35, destacando que los dos primeros componentes acumulan el 82.2% de la información. Como primera medida, se reconoce un fuerte y predominante efecto estacional en el que se disocian las estaciones por los períodos climáticos. Para el mes de marzo (transición) se reconocen mayores concentraciones de níquel y materia orgánica (esta última en las estaciones 4 y 7); para el mes de noviembre priman incrementos en el porcentaje de arenas (si bien predominan como se dijo previamente, limos y arcillas); y para el mes de marzo se reconocen mayores concentraciones de Carbono total y Nitrógeno Kjeldahl, junto con los porcentajes más elevados de limos-arcillas. Los anteriores resultados denotan, como es natural, cierto retraso de la sedimentación frente a las condiciones climáticas prevaletcientes.

Figura 3-34 Expresión de las características fisicoquímicas en sedimentos en los dos primeros componentes principales.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-35 Representación espacial de las características fisicoquímicas en sedimentos según los dos primeros componentes principales.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Como conclusión se observa que las condiciones de estuario se evidencian en las variables fisicoquímicas y su comportamiento espacial y temporal. La incidencia del Canal del Dique se refleja en una disminución de la salinidad en aguas más superficiales, en tanto el oxígeno se reduce de forma importante con la profundidad, mostrando con ello que la registra Bahía cierto grado de estratificación vertical. Por su parte, la estacionalidad incide en las condiciones abióticas en tanto la salinidad se reduce durante los meses de lluvia y sequía, siendo mayor durante la transición sequía-lluvias. De igual modo, la temperatura se reduce durante el mes de marzo cuando es mayor la incidencia de los vientos Alisios.

Se destaca el hecho de que las aguas aportadas por el Canal del Dique muestran mayores registros de oxígeno, pH y temperatura, a pesar de ello, los efectos espaciales horizontales son menos notables que los espaciales verticales y los estacionales. En cuanto a otras condiciones fisicoquímicas, cabe notar que el Canal del Dique muestra además, incidencia por parte de sólidos suspendidos, grasas y aceites (concentraciones muy altas), y paradójicamente demanda de oxígeno.

De otro lado, contaminantes como los hidrocarburos muestran concentraciones moderadas y su distribución espacial refleja fuentes distintas al Canal del Dique, lo que lleva presumiblemente a suponer se trata de aportes derivados de las diferentes

actividades portuarias que se registran en la bahía de Cartagena, así como producto de las descargas ocasionales de las industrias de Mamonal e inclusive, de arrastres de escorrentía provenientes del área urbana. Situación semejante ocurre para los cianatos.

En consonancia con lo dicho, los efectos estacionales incluyen un aumento de la demanda de oxígeno, el Nitrógeno amoniacal y las grasas y aceites durante las lluvias, y los hidrocarburos durante las épocas de transición.

En cuanto a los sedimentos, se destaca como primera medida que no se detectó mercurio en ninguna de las estaciones, situación importante pues este metal fue tema de grandes debates ambientales por sus elevadas concentraciones décadas atrás. De otro lado, el sedimento predominante en el área de estudio corresponde a limos y arcillas con una muy baja participación de arenas y gravas, resultado que nuevamente señala la alta incidencia del Canal de Dique sobre la Bahía. Los primeros se asocian a mayores concentraciones de carbono y nitrógeno, y los segundos a materia orgánica.

Las estaciones más próximas a la desembocadura del Canal del Dique (1 y 5) muestran las mayores concentraciones de cadmio y níquel lo que lleva a suponer su procedencia continental.

3.2.10 Atmósfera

3.2.10.1 Clima

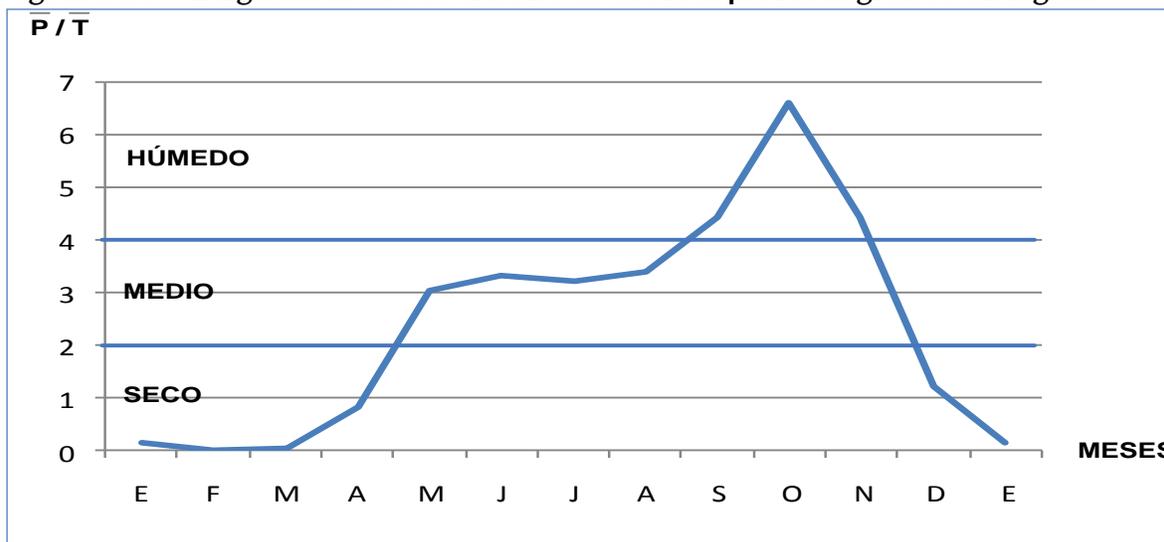
El clima en la región de Cartagena se encuentra bajo la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), con la variabilidad estacional de los vientos alisios del nordeste debido a los desplazamientos latitudinales de la ZCI.

En general, se caracteriza por ser un clima seco tropical, con una temperatura media mensual anual de 25,6 °C y la ocurrencia de periodos climáticos seco, asociados a los regímenes de los vientos y el de las lluvias.

Para determinar los periodos climáticos se puede recurrir a emplear el índice de Aridez o de Gaussen⁶⁵ (P/T), en donde se relacionan los valores de temperatura y precipitación media mensual anual, encontrándose los siguientes resultados: (Ver Figura 3-36).

⁶⁵ Gaussen, Henri; Bagnouls, F. *Saison sèche et indice xerothermique*. Toulouse, Francia: Université de Toulouse, Faculté des Sciences, 1953.

Figura 3-36 Diagrama Índice de Aridez o de Gausson para la Región de Cartagena⁶⁶



Fuente: Gausson, Henri; Bagnouls, F. *Saison sèche et indice xerothermique*. Toulouse, Francia: Université de Toulouse, Faculté des Sciences, 1953.

- Desde finales de diciembre hasta principios de abril se presenta un periodo seco, en donde los vientos alisios se intensifican y regularizan, alejando las lluvias y generando un clima fresco tropical. La pluviosidad en estos meses alcanza tan sólo valores medios mensuales de 5,3 mm, siendo febrero el mes más seco, registrando una pluviosidad media mensual de 0,3 mm. Los registros de temperatura media mensual es de 24,5 °C.
- Entre principios de abril y finales de junio se presenta el primer periodo de lluvias, siendo menos intenso que el segundo, registrando una pluviosidad media mensual de 188,2 mm y una temperatura media mensual de 26,3 °C. En el mes de julio, cuando los vientos alisios se intensifican y disminuye un poco la pluviosidad, se presenta un periodo de transición, conocido como veranillo de San Juan.
- Desde principios del mes de agosto hasta finales de diciembre se presenta el segundo periodo de lluvias, cuando éstas se intensifican, alcanzando una media mensual de 104,2 mm, siendo el mes de octubre el más lluvioso con un registro medio mensual de 171,2 mm. Los registros de temperatura indican un valor medio mensual de 25,8 °C.

El Régimen de los vientos, para la región Caribe en general está en función del desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical - ZCIT, entre los 5° S y los 15° N, siguiendo con un ‘desfase” de unos dos meses la declinación solar. Cuando la zona de

⁶⁶ Datos IDEAM. Estación Meteorológica Aeropuerto Rafael Núñez. (1983-2005). Fuente: Fuente: SEA Gerencia ambiental Estratégica Ltda.2006.

convergencia se encuentra al sur de Cartagena, se presenta el periodo seco y se registran los vientos alisios del norte, intensos y uniformes que llegan del noreste y del norte oscilando con ondas tropicales de unos ocho días de periodo, alcanzando una velocidad media promedio de 4 m/s, con rachas que pueden sobrepasar los 10 m/s al mediar la tarde, pero cuando se presentan desplazamientos de frentes polares pueden sobrepasar los 13 m/s.^{67-68-69.}

Durante el primer periodo de lluvias los vientos mantienen el predominio de las direcciones norte – noreste, registrando un decrecimiento en su intensidad. Al principio del periodo las velocidades medias alcanzan los 4 m/s, disminuyendo hasta finales del periodo donde se registran velocidades medias de 2,8 m/s. Al paso de las ondas tropicales, se pueden presentar rachas de viento que alcanzan los 10 m/s.⁷⁰ (Figura 3-37, Figura 3-38, Figura 3-39 y Figura 3-40),

Durante el periodo de transición que normalmente se presenta en el mes de julio, los vientos mantienen una dirección predominante norte – noreste, rolando en dirección sureste – sur – suroeste, presentándose un cambio en la tendencia decreciente de su intensidad, incrementándose levemente hasta alcanzar velocidades medias de 3,5 m/s, con rachas que pueden superar los 8 m/s al paso de ondas tropicales.⁷¹ (Figura 3-37, Figura 3-38, Figura 3-39 y Figura 3-40),

⁶⁷ CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS, Central de Pronósticos. Régimen de Vientos y Corrientes Bahía de Cartagena. Cartagena: CIOH, 2006.

⁶⁸ AGUILERA, J. et al. Estudio de Impacto Ambiental Dragado de Profundización Zona de Maniobras del Terminal Marítimo de Manga. Cartagena: SPRC. 2006.

⁶⁹ ANDRADE, C. Régimen de vientos. En: SOCIEDAD PORTUARIA CARBONES DEL CARARE S.A. Caracterización del área de influencia del Terminal. Plan de manejo ambiental del proyecto de reactivación y operación del terminal especializado en el manejo de carbón, ubicado en la Isla de Barú, en la bahía de Cartagena, entre Ciénaga Honda o profunda y la sección final del canal del dique. 2006. p.3-16.

⁷⁰ ARAUJO IBARRA. Óp. cit. 2007.

⁷¹ Ibid.

Figura 3-37 Rosa de los vientos para la época seca. Aeropuerto Rafael Núñez

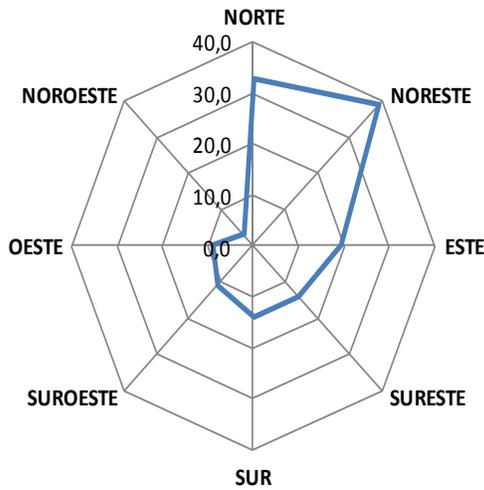


Figura 3-38 Rosa de los vientos para la primera época de lluvias. Aeropuerto Rafael Núñez

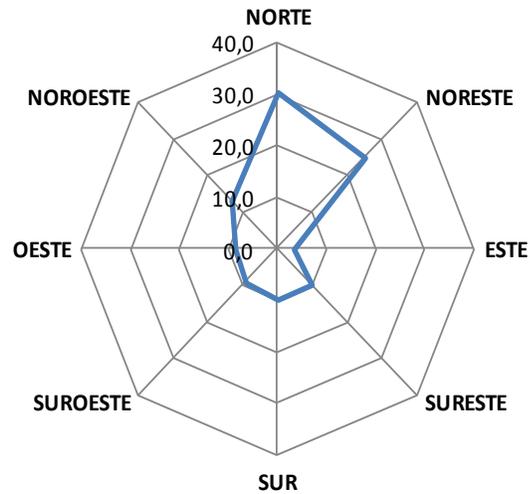


Figura 3-39 Rosa de los vientos para la época de transición. Aeropuerto Rafael Núñez

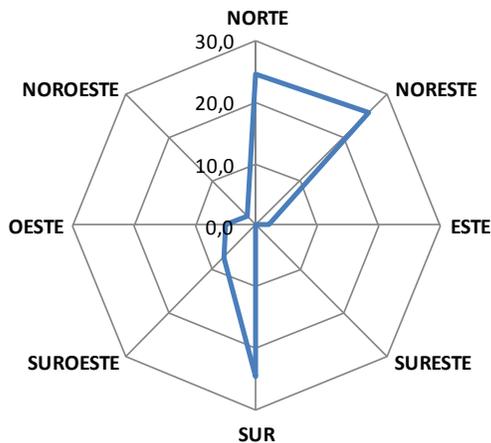
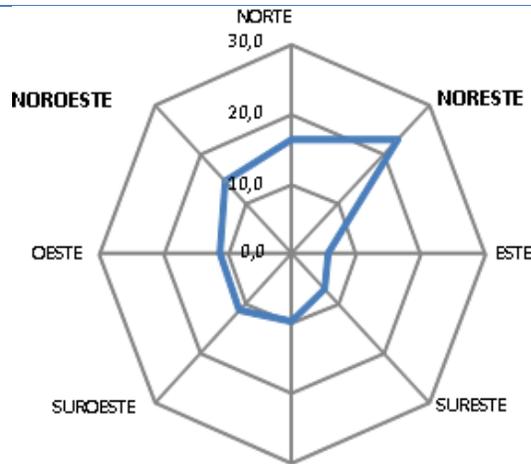


Figura 3-40 Rosa de los vientos para la segunda temporada de lluvias. Aeropuerto Rafael Núñez



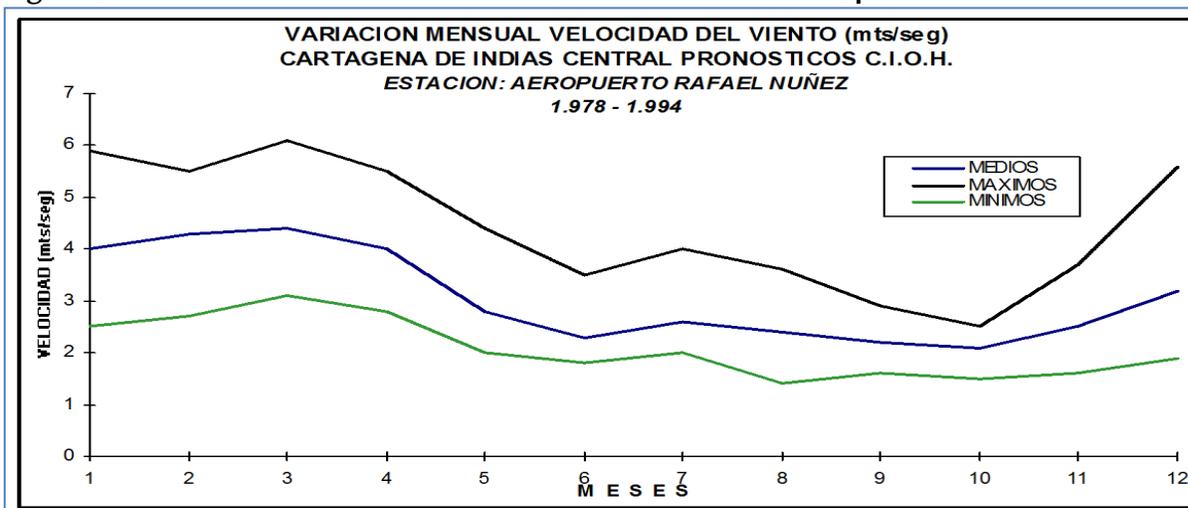
#: Dirección de vientos predominantes

Fuente: Página Web. CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS CIOH. Boletines Meteorológicos Mensuales 2004 – 2007. Datos: Estación Meteorológica CIOH. Cartagena. 2004-2007.

Durante el segundo periodo de lluvias, la ZCIT se ubica entre los 8° y 12° de latitud norte, y los vientos rolan en su dirección con una tendencia decreciente en su intensidad, desde los 3 m s⁻¹ al principio de la época hasta alcanzar, en el mes de octubre, los 2,8 m/s, para volver

a incrementarse levemente en los meses de noviembre y diciembre, dando paso al periodo seco⁷². (Ver Figura 3-41).

Figura 3-41 Variación mensual de la velocidad del viento. Aeropuerto Rafael Núñez



Fuente: CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS CIOH. Cartagena. 2006. Datos: Estación Meteorológica Aeropuerto Rafael Núñez. IDEAM (1978-1994)

Durante el segundo periodo de lluvias también suelen presentarse fuertes chubascos, conocidos localmente en la costa como “culo de pollos”, en donde los vientos asociados al evento pueden alcanzar velocidades muy importantes por breves lapsos de tiempo, desarrollando en la bahía condiciones inusuales relacionados con la actividad convectiva de la atmósfera, favorecida por el paso de ondas tropicales.⁷³⁻⁷⁴⁻⁷⁵

Superpuesto al régimen estacional de los vientos, se presenta una amplia variación diurna del viento, rolando y variando en la bahía, registrándose generalmente en las madrugadas, periodos de calma e incrementándose y rolando durante todo el día, empezando en las mañanas viniendo del suroeste, variando hacia el oeste, hasta ser fuerte del noroeste en el atardecer y volviendo a amainar hacia la media noche.⁷⁶

Otro fenómeno que se presenta durante el segundo periodo de lluvias en el Caribe, son los huracanes o ciclones tropicales, que se extiende desde agosto hasta noviembre, con sus vórtices pasando afortunadamente hacia el norte distantes de Cartagena, su influencia se

⁷² ARAÚJO IBARRA. Óp. cit. 2007.

⁷³ AGUILERA, J. Condiciones Oceanográficas. Panorama de Riesgos. Terminal Petrolero de Coveñas. OCENSA. 2007.

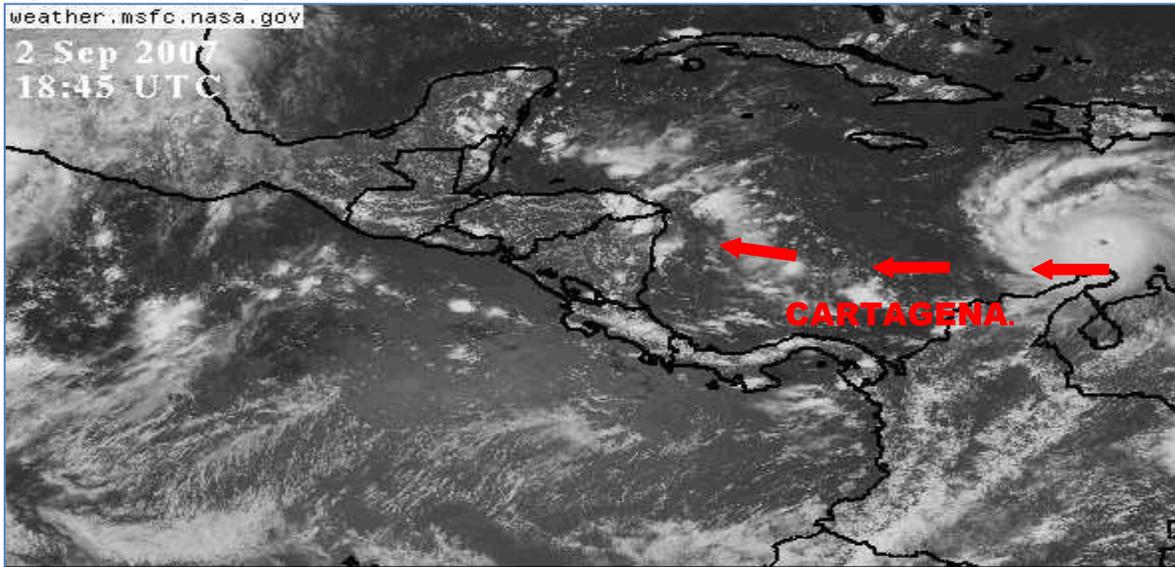
⁷⁴ LONIN, S. Óp. cit. p. 7.

⁷⁵ ANDRADE, C. Óp. cit. pp. 3-19.

⁷⁶ Ibid. pp. 3-19.

manifiesta localmente con el registro de vientos fuertes y olas de mar de fondo que afectan la costa durante su paso, ocasionando la erosión fuerte las playas de la Boquilla, Marbella y Bocagrande, penetrando a la bahía por Bocagrande y afectando las playas exteriores del Laguito, Castillo Grande y el sector noroeste de la isla de Manzanillo.⁷⁷⁻⁷⁸ (Ver Figura 3-42).

Figura 3-42 Imagen de satélite de la MSFC. NASA. 2007. Trayectoria huracán Félix.



Fuente: Weater, msfc, nasa.gov

En ese orden de ideas, los valores de las medias mensuales son:

Tabla 3-13 Media mensual Temperatura (°C)

Año/mes	Ene	feb	mar	Abr	may	jun	Jul	agos	sept	oct	nov	dic	Media anual
2004	26,9	27,4	27,1	27,8	28,2	28,2	29,1	28,4	26,0	28,0	27,7	27,5	27,7
2005	27,5	27,1	28,2	28,7	28,6	28,9	28,7	28,4	28,4	27,8	27,8	27,5	28,1
2006	27,0	26,8	27,1	27,6	28,5	28,9	28,5	28,9	28,6	28,5	----	----	28,0
Media mensual	27,1	27,1	27,5	28,0	28,4	28,7	28,8	28,6	27,7	28,1	27,8	27,5	

Fuente: CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS CIOH. Cartagena. 2006. Datos: Estación Meteorológica Aeropuerto Rafael Núñez. IDEAM (2004-2006)

⁷⁷ LONIN, S. Óp. cit. p. 7.

⁷⁸ CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS, Central de Pronósticos. Régimen de Vientos y Corrientes Bahía de Cartagena. Cartagena: CIOH, 2006.

Tabla 3-14 Media Mensual Humedad Relativa (%)

Año/mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	agos	sept	oct	nov	dic	Media anual
2004	77,0	80,6	85,0	93,0	90,0	83,0	90,0	85,0	89,0	87,0	89,1	84,1	86,1
2005	79,1	74,1	84,1	87,0	88,2	91,2	86,6	86,8	83,0	83,0	85,6	80,0	84,1
2006	77,7	77,0	80,3	78,2	73,7	90,5	84,6	90,2	89,9	84,3	-----	-----	82,6
Media mensual	77,9	77,2	83,1	86,1	84,0	88,2	87,1	87,3	87,3	84,8	87,3	82,1	

Fuente: CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS CIOH. Cartagena. 2006. Datos: Estación Meteorológica Aeropuerto Rafael Núñez. IDEAM (2004-2006)

Tabla 3-15 Media Mensual Brillo Solar (horas)

Año/mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	agos	septi	oct	nov	dic	Media anual
2004	316,5	284,9	285,2	204,8	175,3	199,1	206,4	237,8	203	201	221,1	285	235,0
2005	297,3	246	242,6	219	173,8	186,3	193,4	165	168	186,5	182,9	285,4	212,2
2006	282	257	212	212	194,5	206	214,3	216	182	186,5	----	-----	216,2
Media mensual	298,6	262,6	246,6	211,9	181,2	197,1	204,7	206,3	184,3	191,3	202,0	285,2	

Fuente: CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS CIOH. Cartagena. 2006. Datos: Estación Meteorológica Aeropuerto Rafael Núñez. IDEAM (2004-2006)

Tabla 3-16 Media Mensual Precipitación (mm)

Año/mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	agos	sept	oct	nov	dic	Media anual
2004	0	0	0	8,7	144,3	73,8	85,1	135	79,9	235,3	424,8	70	104,7
2005	0	0	1,6	26	158,7	127,5	40,9	77,4	94	110	163,4	88	74,0
2006	0	0	0	46,2	93,4	40,9	90,3	177,6	24	226,5	-----	-----	69,9
Media mensual	0,0	0,0	0,5	27,0	132,1	80,7	72,1	130,0	66,0	190,6	294,1	79,0	

Fuente: CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS CIOH. Cartagena. 2006. Datos: Estación Meteorológica Aeropuerto Rafael Núñez. IDEAM (2004-2006)

3.2.10.2 Calidad del aire.

La evaluación de la calidad del aire fue adelantada por la firma Daphnia Ltda, entre el 27 de mayo y el 06 de junio de 2008, siguiendo en forma estricta la parametrización y los protocolos consignados en la Resolución 0601 del 4 de Abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), la cual establece los límites permisibles en calidad de aire. En total, se instalaron tres (3) estaciones de monitoreo ubicadas en relación directa y de influencia con los principales componentes de operación del Puerto y sus actividades derivadas (Ver Figura 3-43 y la Tabla 3-17).

En éstas y durante 10 días consecutivos, se llevaron a cabo mediciones continuas en 24 horas de los siguientes parámetros reconocidos como típicos contaminantes del aire como son: partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 μ m (PM-10), dióxido de

Azufre (SO₂) y óxidos de Nitrógeno (medidos como NO₂). Adicionalmente, se realizaron mediciones en los mismos tres puntos de monitoreo para otros potenciales contaminantes como monóxido de Carbono (CO), Oxidantes fotoquímicos (O₃), Hidrocarburos totales (HCT), Acido Sulhídrico (H₂S), Amoníaco (NH₃), compuestos orgánicos volátiles (VOC) y los metales pesados Vanadio y Níquel.

Para seleccionar el sitio de ubicación de las tres estaciones se tuvieron en cuenta los siguientes factores externos:

- Representatividad del punto de acuerdo al sector definido.
- Facilidad de acceso.
- Suministro de fluido eléctrico.
- Ausencia de barreras en un radio de 10 metros y en un ángulo de 70 grados.
- La elevación de las estaciones de muestreo, medida desde el suelo, entre 3 y 10 metros, según lo recomendado por la autoridad ambiental competente.
- Presencia de asentamientos humanos en la zona.

Figura 3-43 Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire ambiental. Refinería de Cartagena, mayo – Junio de 2008.



Fuente: Fotografía tomada de Google Earth y modificada por Daphnia Ltda.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Tabla 3-17 Ubicación específica de la estaciones de monitoreo de Calidad de Aire. Refinería de Cartagena, mayo – Junio de 2008.

ESTACIÓN DE MONITOREO CALIDAD DEL AIRE		COORDENADAS PLANAS	
		(ORIGEN BOGOTÁ)	
		ESTE	NORTE
CA1	Detrás bodega DRI	844.238	1633.226
CA2	Separador API	843.561	1632.791
CA3	Patio de almacenamiento	844.108	1632.485

Fuente: Daphnia Ltda. Estudio de calidad del aire para Reficar, 2008.

Las técnicas de monitoreo que se utilizaron para los diferentes parámetros analizados fueron las siguientes:

Tabla 3-18 Técnicas de monitoreo calidad del aire.

PARÁMETRO	TÉCNICA	MÉTODO / TIPO	EQUIPO	TIEMPO DE MUESTRA
Partículas totales en suspensión (PST)	U.S. EPA 40 CFR Part 50, Appendix B Norma Técnica Colombiana NTC 3704 del ICONTEC	Gravimétrico por muestreador de alto volumen	Muestreador de alto volumen, marca Hi-Q Environmental Products Calibrador para Hi-Vol, marca Hi-Q Environmental Products/ Tish Calibrador Mass Flow	24 horas durante 10 días
Partículas Menores a 10 micras (PM10)	U.S. EPA 40 CFR Part 50, Appendix L Norma Técnica Colombiana NTC 3704 del ICONTEC Método de Referencia RFPS-1287-063	Gravimétrico por muestreador de alto volumen	Muestreador de alto volumen, marca Hi-Q Environmental Products y Cabezote PM10. Calibrador de Platos Perforados Tisch Environmental INC	24 horas durante 10 días
Hidrocarburos Totales – expresado como metano	Método EPA 25A	Ionización de Llama de Hidrogeno -FID	Heated Hydrocarbon Analyzer Modelo 300 HFID/MHF	3 horas para 3 días por punto
Monóxido de Carbono	EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice C (Fotometría infrarrojo no dispersiva) Método de Referencia RFCA 0981-054	Analizador infrarrojo no dispersivo	NDIR- Gas Filter Correlation Thermo Electron Corporation, Modelo 48C CO Analyzer	24 horas, por periodo de 8 horas, para 3 días por punto

PARÁMETRO	TÉCNICA	MÉTODO / TIPO	EQUIPO	TIEMPO DE MUESTRA
Ozono	Método equivalente EPA EQOA-0880-47	Fotometría UV equipo equivalente al empleado en la Norma EQOA-0880-47	UV Photometric O3 Analyzer Thermo Electron Corporation, Model 49C	24 horas, por periodo de 8 horas, para 3 días por punto
Dióxido de Azufre	EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice A	Colorimétrico – TetraCloromercurato (TCM)/ Pararrosanilina	Burbujeador de gases tipo “Rack”	24 horas durante 10 días
Óxidos de Nitrógeno	EPA 40 CFR Parte 50 Apéndice A	Colorimétrico - Griess Saltzman	Burbujeador de gases tipo “Rack”	24 horas durante 10 días
Compuestos Orgánicos Volátiles	EPA 18	Tubos de Carbón activado	Burbujeador de gases tipo “Rack”	24 horas para 2 días por punto
Amoníaco	Solución Absorbente	Colorimétrico - Azul de Endofenol	Burbujeador de gases tipo “Rack”	4 horas para 2 días por punto
Ácido sulfhídrico	Sensor electroquímico	Sensor electroquímico Límites de detección 0 ppm - 40 ppm	MSA Pulsar Plus	
Níquel	Método EPA 7910	Absorción Atómica siguiendo el método directo de llama de oxido nitroso-acetileno	Equipo de Absorción atómica	Muestra tomada de los filtros de los equipos de alto volumen
Vanadio	Método EPA 7910	Absorción Atómica siguiendo el método directo de llama de oxido nitroso-acetileno	Equipo de Absorción atómica	Muestra tomada de los filtros de los equipos de alto volumen.

Fuente: Daphnia Ltda. Estudio de calidad del aire para Reficar, 2008.

Durante el monitoreo las condiciones meteorológicas fueron las siguientes: (Anexo 3-2).

Tabla 3-19 Condiciones meteorológicas registradas durante el monitoreo de calidad de aire

Fecha	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección del viento	Presión barométrica (mm Hg)	Precipitación (mm)
27/05/08	24,9	74,2	0,0	-	761,1	0,0
28/05/08	25,7	77,1	0,1	ENE	761,1	0,0
29/05/08	27,1	79,0	1,7	ENE	760,1	0,3
30/05/08	26,9	81,7	1,7	WSW	759,7	0,0
31/05/08	26,9	78,4	1,9	NNE	761,1	0,5
01/06/08	28,0	75,2	1,8	W	761,3	0,0
02/06/08	28,7	78,2	1,9	W	760,6	0,0
03/06/08	29,4	76,9	1,7	W	760,3	0,0
04/06/08	29,0	77,2	2,1	NNE	760,3	0,0
05/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	760,3	0,0
06/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	760,3	0,0

Fuente: Daphnia Ltda. Estudio de calidad del aire para Reficar, 2008.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: (Ver Anexo 3-3).

Tabla 3-20 Resultados de los monitoreos de calidad del aire para el área de influencia del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena S.A.

Parámetro	Estación de muestreo	Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (27,9 °C, 759,1 mm Hg)		Límites Res. 601 de 2006 a 27,9 °C, 759,1 mm Hg (condiciones monitoreos) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		Promedio aritmético (anual)	Máxima diaria	
PST [*]	CA1	35,59	46,68	Anual: 98,92 24 H: 296,76
	CA2	37,61	54,13	
	CA3	47,12	71,12	
PM ₁₀	CA1	24,95	39,58	Anual: 69,24 24 H: 148,38
	CA2	30,93	49,39	
	CA3	31,70	54,32	
NO ₂	CA1	18,83	33,52	Anual: 98,92 24 H: 148,38
	CA2	16,85	21,77	
	CA3	17,54	29,86	
SO ₂	CA1	10,01	14,63	Anual: 79,14 24 H: 247,30
	CA2	12,05	34,10	
	CA3	9,61	16,74	
CO ^{**}	CA1	235,04	473,09	8 h: 9.891,94 1 h: 39.567,77
	CA2	1.732,22	3030,64	
	CA3	741,09	943,80	
Ozono	CA1	45,16	49,03	8 h: 79,14 1 h: 118,70
	CA2	46,29	61,82	
	CA3	46,67	52,64	
Hidrocarburos ^{***}	CA1	24,74	37,51	4 meses: 1.483,79
	CA2	89,77	152,60	

Parámetro	Estación de muestreo	Concentraciones en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (27,9 °C, 759,1 mm Hg)		Límites Res. 601 de 2006 a 27,9 °C, 759,1 mm Hg (condiciones monitoreos) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		Promedio aritmético (anual)	Máxima diaria	
	CA3	13,92	14,90	
VOC	CA1	< 0,17		No reglamentado
	CA2	< 0,17		
	CA3	< 0,17		
Amoníaco	CA1	22,70		Umbral: 14,34
	CA2	37,83		
	CA3	204,31		
Ácido Sulfhídrico	CA1	< 500		6,92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	CA2	< 500		
	CA3	< 500		
Vanadio	CA1	<0,010		24 H: 0,99
	CA2	<0,010		
	CA3	<0,010		
Níquel	CA1	<0,02		No reglamentado
	CA2	<0,02		
	CA3	<0,02		

Fuente: Daphnia Ltda. Estudio de calidad del aire para Reficar, 2008.

* Promedio Geométrico. ** Promedio de las mediciones 8 horas. *** Promedio de las mediciones 3 horas.

De la Tabla anterior, se concluye que para los casos de las concentraciones de PST y PM_{10} , en todos los casos, los registros obtenidos se encuentran por debajo de los niveles máximos de inmisión (anual y para 24 horas) definidos por la Resolución 0601 de 2006 del MAVDT.

Para el PM_{10} , el valor máximo se encontró en el punto CA3, correspondiente al patio de almacenamiento, concentraciones que no obstante se encuentran sensiblemente por debajo de la Norma Local Anual y la Norma Local Máxima Diaria, cuyos valores son de 98,92 y 296,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Ahora bien, respecto a los otros parámetros como el NO_2 , SO_2 , CO, O_3 se observa que sus valores están muy por debajo de la norma diaria y anual.

Uno de los parámetros de interés dadas las operaciones cercanas de la refinería son los Hidrocarburos Totales expresados como Metano, cuyas concentraciones en promedios de tres horas obtenidas en cada uno de los tres puntos de monitoreo de calidad de aire instalados al interior de la Refinería de Cartagena no superaron el estándar máximo permisible para un tiempo de exposición de tres horas de 1.483,79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido por la Resolución 601 de 2006. Sin embargo existen unos valores que se pueden considerar como altos en función del promedio de lectura medio registrado, leídos en el punto CA2 Separador API, con registros de 152,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Otros parámetros de interés para el estudio, tienen que ver con los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC), el Vanadio, el Níquel, el Ácido sulfhídrico y el Amoníaco, parámetros que se infiere pueden existir en la calidad del aire de la zona, producto de actividades industriales aledañas que, por los procesos en curso, son susceptibles de generarlos: respecto a los cuatro primeros parámetros, se observó que los valores encontrados estuvieron por debajo del límite de detección de las técnicas utilizadas para su valoración.

Respecto al amoníaco, se encontraron concentraciones superiores a la norma nacional, definida como umbral de olor, aunque se encontraron por debajo del límite permisible establecido por la U.S. EPA ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en el punto de monitoreo CA3 con un valor de $204.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2.10.3 Ruido

A través de un monitoreo continuo se realizaron mediciones de ruido ambiental en tres (3) estaciones representativas ubicadas en el área de influencia del proyecto, con un intervalo de 5 segundos en 24 horas durante dos (2) días (uno hábil y otro festivo). Lo anterior, con el fin de evaluar el comportamiento de los niveles de ruido y analizar la posible repercusión de los mismos sobre el medio ambiente. En la Tabla 3-21 y la Figura 3-44 siguientes se registran las coordenadas y los días de monitoreo de ruido adelantados así.

Tabla 3-21 Puntos de Monitoreo de Ruido al interior de la refinería de Cartagena – Junio 2008

ESTACIONES DE MONITOREO		FECHA	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
RA1	MUELLE - ESSO	Lunes 16/06/08	843.313	1.633.481
		Domingo 15/06/08		
RA2	PARQUEADERO CONTRATISTAS	Jueves 05/06/08	844.039	1.633.113
		Domingo 15/06/08		
RA3	TEA	Jueves 05/06/08	843.786	1.632.527
		Domingo 15/06/08		

Fuente: Daphnia Ltda. Estudio de calidad del aire para Reficar, 2008.

A continuación se ilustra la ubicación de los puntos de muestreo en la zona continental de las facilidades portuarias:

Figura 3-44 Ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental. Refinería de Cartagena, Junio de 2008.



Fuente: Fotografía tomada de Google Earth y modificada por Araujo Ibarra & Asociados S.A.

La selección de los puntos de monitoreo de ruido ambiental se efectuó, buscando determinar las potenciales afectaciones al medio ambiente, generadas ya sea por los procesos operativos del puerto o por eventuales factores de incidencia externa al AID del proyecto.

Las lecturas se tomaron con el filtro de ponderación de frecuencia A y respuesta lenta, para cuantificar los niveles equivalentes de presión sonora generados por las actividades desarrolladas en el área de estudio.

Los micrófonos fueron instalados a una altura de cuatro (4) metros medidos a partir del suelo terrestre y a una distancia equidistante de las fachadas, barreras o muros existentes a ambos lados del punto de medición. Se utilizó pantallas anti-viento para la protección del micrófono del sonómetro, el cual fue colocado en estructura metálica a la altura definida por la norma. A lo largo del monitoreo, se verificó que la velocidad del viento no fuera superior en ningún momento a 3 m/s. Asimismo, se realizó un control documental estricto sobre la ocurrencia de lluvias, con el propósito de descartar – si fuere necesario – las mediciones realizadas bajo estas condiciones.

Cabe resaltar que todas las mediciones se efectuaron en condiciones climáticas favorables (tiempo seco y humedad relativa y temperatura dentro de los rangos de operación recomendados por el fabricante de los equipos), conforme se registra en la Tabla 3-23. (Ver Anexo 3-4).

Tabla 3-22 Rangos de operaciones recomendados por el fabricante de los equipos de monitoreo de ruido ambiental

Dirección predominante del viento	NNW
Velocidad promedio del viento	< 3,0 m/s
Precipitación	Ausente
Humedad relativa promedio	77,3 %
Temperatura promedio	27,9 °C
Presión atmosférica promedio	759,1 mm Hg

Fuente: Daphnia Ltda. Estudio de calidad del aire para Reficar, 2008.

Tabla 3-23 Condiciones meteorológicas predominantes durante el monitoreo de Ruido Ambiental, mayo – Junio 2008.

Punto de monitoreo	Fecha	Temperatura	Humedad relativa	Velocidad del viento	Dirección del viento	Precipitación
R1	Lunes 16/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	0,0
	Domingo 15/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	0,0
R2	Jueves 05/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	0,0
	Domingo 15/06/08	29,6	75	2,2	WNW	0
R3	Jueves 05/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	0,0
	Domingo 15/06/08	29,0	77,3	2,0	NNE	0,0

Fuente: Daphnia Ltda. Estudio de calidad del aire para Reficar, 2008.

Los parámetros que se midieron en cada estación fueron:

- Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado (LEQ).
- Nivel de presión sonora equivalente diurno (LD).
- Nivel de presión sonora equivalente nocturno (LN).

Para el desarrollo de los muestreos, se utilizaron cuatro sonómetros Tipo I marca QUEST TECHNOLOGIES, Modelo SOUNDPRO DE/DL, previamente calibrados en 94 y 114 dB, con filtro de ponderación en escala A. En el Anexo 3-5, se encuentran los certificados de calibración de los equipos.

Para determinar el cumplimiento normativo, los resultados fueron comparados con la Resolución 627 de 2006 del MAVDT. Dicho sector corresponde a zona con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales y zonas francas cuyos valores máximos permitidos para el ruido ambiental son de: 75 dB (A) en el día y 70 dB (A) en la noche.

Los resultados obtenidos se registran en la Tabla 3-24 siguiente:

Tabla 3-24 Niveles sonoros LEQ, LD y LN obtenidos en el monitoreo de Ruido Ambiental y su comparación con los estándares máximos permisible del sector C – Subsector 1. Refinería de Cartagena – Junio 2008.

ESTACIONES DE MONITOREO	FECHA	NIVELES DE RUIDO dBA				
		LEQ	LD	Nivel Máximo Permisible día Sector C	LN	Nivel Máximo Permisible Noche Sector C
R1 MUELLE - ESSO	Lunes 16/06/08	54,45	53,82	75	55,19	70
	Domingo 15/06/08	54,14	53,39	75	55,02	70
R2 PARQUEADERO CONTRATISTAS	Jueves 05/06/08	67,70	68,76	75	65,85	70
	Domingo 15/06/08	65,05	65,61	75	64,16	70
R3 TEA	Jueves 05/06/08	67,30	66,85	75	67,89	70
	Domingo 15/06/08	66,85	66,43	75	67,38	70

Fuente: Daphnia Ltda. Estudio de calidad del aire para Reficar, 2008.

Nota: con el propósito de facilitar la interpretación de la Tabla, se han destacado en color rojo los valores que sobrepasan la norma de ruido ambiental del Sector C1: 75 dBA para el día y 70 dBA para la noche.

Los puntos de monitoreo de ruido ambiental objeto de éste estudio, no exceden en ningún caso los estándares máximos permisibles para zonas con usos industriales permitidos, estipulados en la legislación vigente aplicable al sector.

3.2.11 Paisaje

El paisaje estratégico de Cartagena de Indias es el agua, elemento natural que define la morfología de su territorio: el mar Caribe, que conforma el borde de la ciudad; la Ciénaga de La Virgen; la Bahía de Cartagena; el Parque natural Corales del Rosario e islas de San Bernardo; la Bahía de Barbacoas y el Canal del Dique. Ellos, en su conjunto, le dan a la ciudad su carácter e identidad.

Respecto de nuestra área de influencia la Bahía de Cartagena, que corresponde al sur del territorio del Distrito de Cartagena de Indias, presenta dos paisajes, uno, dominado por la influencia del Canal del Dique con apariencia fluviomarina y el otro, característico de zonas marinas de arrecifes de coral, con aguas claras marinas típicas, frente a la Isla de Barú, en el costado orientado al mar. El primero de ellos está representado por la formación del delta del Canal del Dique, que desemboca en la Bahía de Barbacoas por las bocas de los Caños de

Matunilla y de Lequerica. Esta es una bahía abierta orientada hacia el mar en sentido suroeste, delimitada por la orilla norte de la Isla del Covado, nombre que recibe el delta del Canal; continúa por el sector comprendido entre las dos bocas citadas y sigue por la orilla sur de la Isla de Barú hasta la punta de la misma.

Dados los aportes del Canal, a través de los caños Matunilla y Lequerica, la Bahía presenta características de estuario, en el que se observa un alta turbidez causada por el alto contenido de sólidos en suspensión, los cuales se distribuyen también por toda la bahía y aún por fuera de ella, dependiendo del régimen de corrientes.

Los terrenos se observan rodeados principalmente de manglar y, en las partes más altas, de bosque seco bajo, propio de la zona. En la Isla del Covado hay un desarrollo importante de instalaciones o fincas para el cultivo de camarón, ocupando prácticamente toda la porción de la isla dentro de los límites del Distrito, aproximadamente 2.000 has., con excepción de los bordes del Canal; aguas más abajo, también se encuentran instalaciones de estas aunque de menor magnitud. Además de esta actividad se observa pequeña agricultura y ganadería, incluyendo las áreas bajas de sedimentación a la orilla del Dique y de los caños donde se siembra arroz. Otra actividad observada es la pesca artesanal, aunque ocasionalmente se han observado faenas de pesca industrial en la zona profunda de la bahía. En esta parte del territorio se encuentran los asentamientos de Pasacaballos, Piedrecitas, Leticia y El Recreo.

Hacia el oeste y frente a la punta sur de la Isla de Barú se presenta el archipiélago de las Islas del Rosario, conjunto numeroso de pequeñas islas o terrazas coralinas, rodeadas de pastos marinos y arrecifes de coral. En las islas se observa manglar; las concentraciones importantes, aunque de porte bajo, típico de manglares de zonas saladas, se presentan en las más grandes.

Las islas se encuentran ocupadas por viviendas de recreo y algunas instalaciones para el turismo. En el mar se practica la pesca artesanal.

También forman parte del territorio del Distrito las islas que conforman el archipiélago de San Bernardo, ubicadas frente al Golfo de Morrosquillo y la Isla Fuerte, más al sur aun, con condiciones similares a las del Rosario.

Los dos archipiélagos conforman el Parque Nacional Natural de los Corales del Rosario y San Bernardo.

En cuanto al paisaje del medio marino, la Bahía de Cartagena evidencia su origen arrecifal, por los restos de corales “caracolejo”, claramente visibles a lo largo de la orilla este de Tierra Bomba y en las islas aledañas a Mamonal. En la actualidad, no se encuentran corales

vivos y el agua se observa turbia por la entrada del Canal del Dique, que desemboca en su extremo sureste y su fondo lodoso, cubre la base coralina.⁷⁹

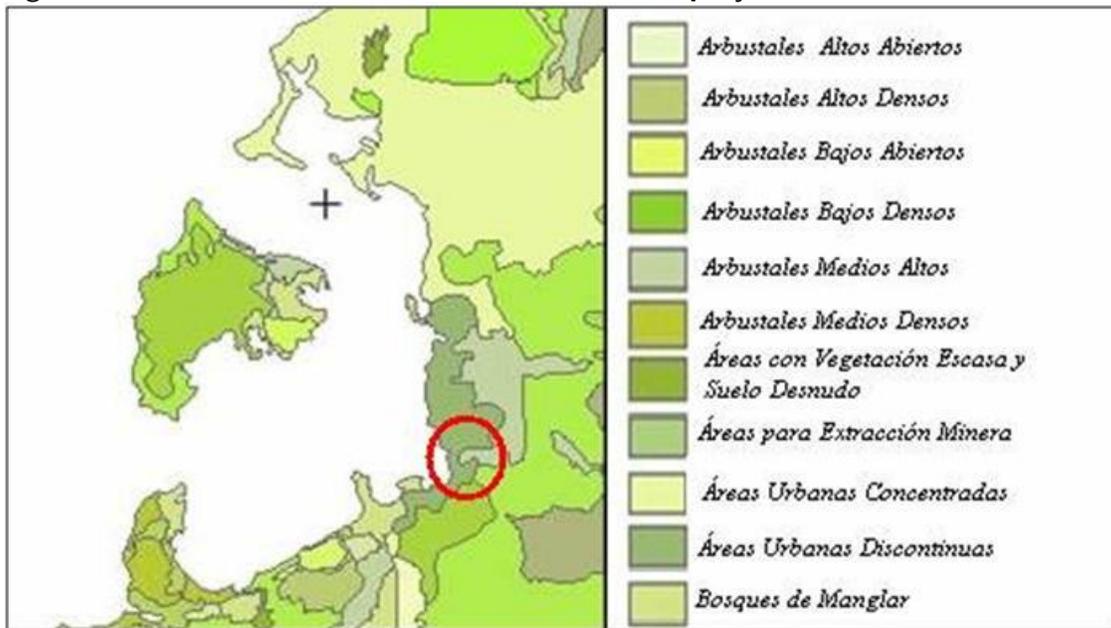
3.3 Medio Biótico

3.3.1 Ecosistemas terrestres

3.3.1.1 Flora.

De acuerdo con el mapa de coberturas de CARDIQUE (2003), (Ver Plano 3-8), las coberturas alrededor de la Bahía de Cartagena corresponden a un área urbana discontinúa (color más oscuro), arbustales abiertos (color más claro) y áreas con vegetación escasa y suelo desnudo (verde intermedio).

Figura 3-45 Cobertura en el área de influencia del proyecto



Fuente: COLOMBIA. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL DIQUE – CARDIQUE. Plan de Acción Trienal 2007-2009.

En la Bahía de Cartagena, los escasos relictos de manglar, no obstante están frecuentemente amenazados por el impacto de las aguas residuales domésticas que se descargan a la bahía, así como por la intervención permanente de la línea de costa y ocasionalmente por los vertimientos industriales y portuarios, además de las escorrentías

⁷⁹ Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultura de Cartagena de Indias, Síntesis del Diagnóstico, Decreto 0977 de 2001. Alcaldía de Cartagena, p. 10 - 11

urbanas que drenan a la bahía, hoy se encuentran protegidos por las normas vigentes y por los esfuerzos de las entidades ambientales tanto urbana como regional⁸⁰.

Además de los componentes de manglar mencionados, del que se encuentra un relicto menor en el borde norte del terreno del Puerto de Reficar frente a la bahía, la vegetación presente, corresponde a especies propias del bosque muy seco tropical (Bms – T) donde se destacan: clemón (*Thespesia populnea*), uva de playa (*Coccoloba uvifera*), majagua (*Pseudobombax septenatum*), trupillo (*Prosopis juliflora*), totumo (*Crescentia cujete*), entre otras. En general se da una entremezcla de vegetación tipo rastrojo en todas las etapas de su crecimiento, pastos y árboles creciendo en forma aislada o formando grupos de diversos tamaños.

Ahora bien, la vegetación presente en la zona de Mamonal corresponde aproximadamente en un 30% a manglares, los cuales se encuentran distribuidos a lo largo de la línea costera de la bahía de Cartagena, con presencia de las diversas especies del ecosistema manglárico a saber: mangle rojo (*Rizophora mangle*), mangle bobo (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicenia germinans*) y mangle zaragoza (*Conocarpus erecta*).

3.3.1.2 Fauna

El principal grupo faunístico presente en el área de estudio lo constituyen las aves, las cuales por poseer mayor capacidad y facilidad de desplazamiento y de igual forma al poseer abundante alimento, establecen sitios de refugio y anidación en las franjas de manglar.

La variedad de aves en el sector es importante, reportando para el área entre otras las siguientes especies : Tijereta (*Fragata magnificens*) , Gaviota (*Sterna sp*), Garza blanca (*Egretta tula*), Alcatraz (*Pelicanus occidentalis*), Garza (*Egreta tricolor*), Gavilán (*Milvago chimachima*). Con respecto a los grupos de mamíferos y reptiles es menor su presencia, destacándose especies asociadas al manglar y al bosque seco tropical entre las que se destacan: iguana (*Iguana iguana*), lagartija (*Benatodes arbutularis*), zorra baya (*Cerdocyon thous*), ardilla (*Sciurus sp*).

Adicionalmente hacen parte de la fauna silvestre del área pequeños mamíferos y reptiles con la presencia de algunas serpientes.⁸¹

⁸⁰ Universidad del Norte, 1999.

⁸¹ Araujo Ibarra & Asociados S.A., Estudio de aprovechamiento forestal de mangle para el Terminal Portuario de Reficar, 2009

3.3.2 *Ecosistemas acuáticos*

Teniendo en cuenta que la operación del puerto se desarrollará sobre la línea de costa, sin afectar ningún sistema continental acuático, lótico o léntico del componente terrestre asociado a los predios de la refinera o cercanos a la misma, se procede a continuar con los ecosistemas marinos.

3.3.3 *Ecosistemas Marinos*

Comunidades Bentónicas.

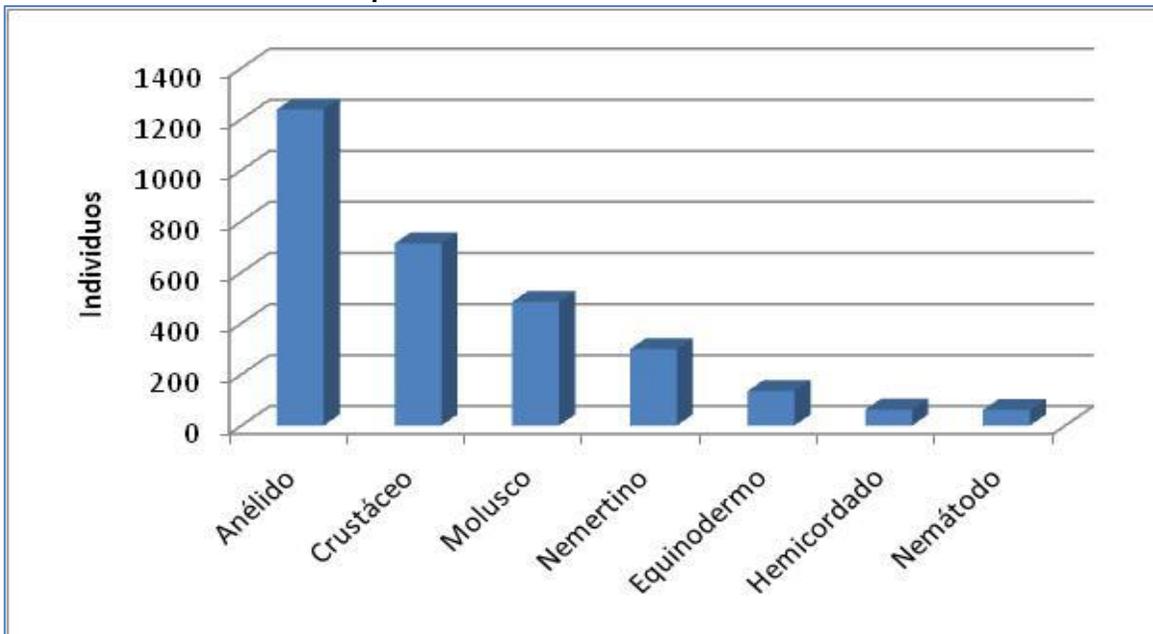
Para las 7 estaciones referidas, durante las 3 épocas de estudio se colectaron 2992 individuos en 2.52 m² de área muestreada mostrando el phyllum de los anélidos predominio con el 41.4%, seguido de crustáceos (23.8%) y moluscos (16.2%), los cuales en conjunto alcanzan el 81% de la comunidad. Las densidades y densidades relativas de cada grupo se expresan en la Tabla 3-25, Figura 3-46 y la Tabla 3-26.

Tabla 3-25 Densidades (Ind./2.52 m²) y densidades relativas para la comunidad bentónica.

	Densidad	Porcentaje
Anélidos	1238	41.4
Crustáceos	713	23.8
Moluscos	484	16.2
Nemertinos	299	10.0
Equinodermos	135	4.5
Hemicordados	62	2.1
Nemátodos	61	2.0

Fuente: Informe de monitoreo Bahía de Cartagena, INVEMAR, 2008.

Figura 3-46 Individuos (por 2.52 m²) colectados por phylum en las 7 estaciones durante los 3 períodos de estudio.



Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Tabla 3-26 Bentos densidad por estación (Ei) y período (1: agosto 2007; 2: noviembre 2007; 3: marzo 2008).

TAXA	E1.1	E2.1	E3.1	E4.1	E5.1	E6.1	E7.1	E1.2	E2.2	E3.2	E4.2	E5.2	E6.2	E7.2	E1.3	E2.3	E3.3	E4.3	E5.3	E6.3	E7.3
Anélido-Poliqueto																					
Amphinomidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capitellidae	0	0	1	2	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cirratulidae	53	26	39	62	2	1	4	39	10	5	25	3	0	1	83	24	18	23	13	1	16
Cossuridae	1	3	0	0	6	0	0	0	6	0	0	29	0	0	0	11	1	0	66	0	0
Dorvilleidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eunicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glyceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hesionidae	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Lumbrineridae	0	0	2	5	0	0	0	0	2	4	1	0	0	0	0	2	2	6	0	0	0
Magelonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nephtyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Nereididae	5	3	2	4	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	1	3	0	1	3	0	2
Onuphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Opheliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	3
Paraonidae	1	7	2	3	4	0	1	0	16	9	9	4	0	0	7	11	10	3	5	2	21
Pilargidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	1	1	3	2	0	0	0
Sabellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sigalionidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spionidae	0	3	4	1	2	0	0	2	7	5	3	0	0	0	1	25	40	10	25	15	19
Sternaspidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terebellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anélido-Oligoqueto																					
Tubificidae	0	0	2	0	0	0	0	0	7	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Crustáceo-Anfípodo																					
Ampeliscidae	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
Crustáceo-Anfípodo																					
Caprellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corophiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eusiridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Gammaridae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liljeborgidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TAXA	E1.1	E2.1	E3.1	E4.1	E5.1	E6.1	E7.1	E1.2	E2.2	E3.2	E4.2	E5.2	E6.2	E7.2	E1.3	E2.3	E3.3	E4.3	E5.3	E6.3	E7.3
Melitidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oedicerotidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phoxocephalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustáceo-Cumáceo																					
Leuconidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
Crustáceo-Decápodo																					
Alpheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ctenochelidae	0	0	0	1	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Goneplacidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Decápodo tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larva camarón tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Larva de cangrejo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leucosiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustáceo-Estomatópodo																					
Squillidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustáceo-Isópodo																					
Anthuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustáceo-Tanaidáceo																					
Apseudidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0
Equinodermo-Echinoideo																					
Brissidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equinodermo-Ofiúrido																					
Ophiuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equinodermo-Ofiúrido																					
Amphiuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Molusco-Bivalvo																					
Corbulidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	2	1	0
Cuspidariidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lucinidae	2	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	2	0	1	0	0	0
Nuculanidae	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1
Molusco-Gastrópodo																					
Columbellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Molusco-Escafópodo																					

TAXA	E1.1	E2.1	E3.1	E4.1	E5.1	E6.1	E7.1	E1.2	E2.2	E3.2	E4.2	E5.2	E6.2	E7.2	E1.3	E2.3	E3.3	E4.3	E5.3	E6.3	E7.3
Dentallidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Episiphonidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Molusco-Gastrópodo																					
Natidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Turridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nemertino																					
Nemertino tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemertino tipo 2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemertino tipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Nemertino tipo 4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemertino tipo 6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemátodo																					
Nemátodo tipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.N - Hemicordado (cf)																					
Morfotipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

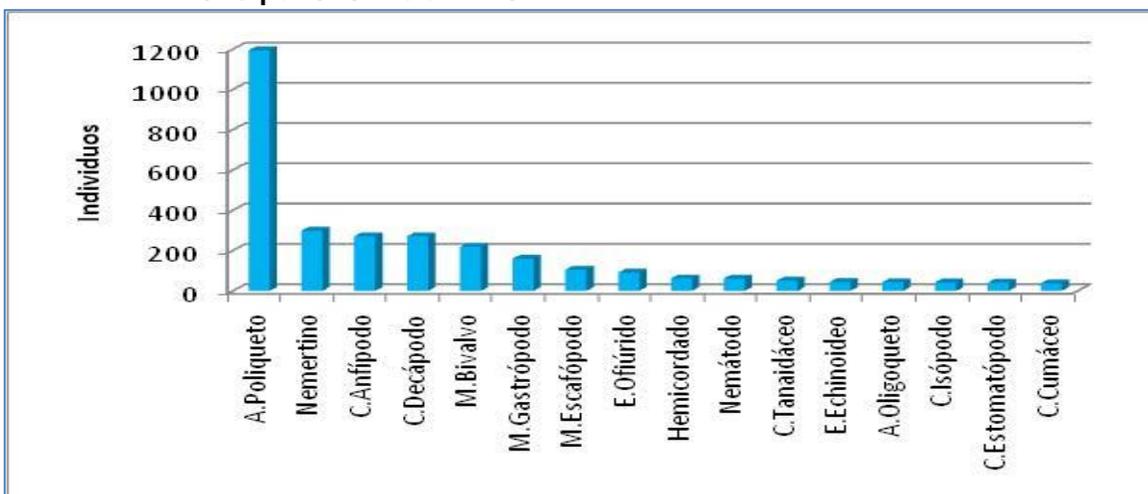
Con un nivel mayor de identificación, se reconoce predominio de los anélidos poliquetos que alcanzan el 39.9% de la comunidad, cuantía que pone al descubierto la muy baja participación de los oligoquetos. En cuanto a los crustáceos se destacan los anfípodos y los decápodos con una participación conjunta del 18.2%, mientras que en los moluscos sobresalen bivalvos, gastrópodos y escafópodos con 16.1% (Tabla 3-27 y Figura 3-47).

Tabla 3-27 Densidades y densidades relativas para la comunidad bentónica.

	Densidad	Porcentaje
A. Poliqueto	1195	39.9
Nemertino	299	10.0
C. Anfípodo	271	9.1
C. Decápodo	271	9.1
M. Bivalvo	219	7.3
M. Gastrópodo	160	5.3
M. Escafópodo	105	3.5
E. Ofiúrido	91	3.0
Hemicordado	62	2.1
Nemátodo	61	2.0
C. Tanaidáceo	51	1.7
E. Echinoideo	44	1.5
A. Oligoqueto	43	1.4
C. Isópodo	42	1.4
C. Estomatópodo	41	1.4
C. Cumáceo	37	1.2

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Figura 3-47 Individuos (por 2.52 m²) colectados por taxa en las 7 estaciones durante los 3 períodos de estudio.



Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Ya a nivel de familias, las más relevantes para el área de estudio son Cirratulidae, Spionidae, Paraonidae y Cossuridae, todas ellas correspondientes a anélidos poliquetos, las cuales alcanzan el 29.7% de las densidades totales.

Algunos descriptores de la estructura de la comunidad se exponen en la Tabla 3-28, en tanto la Figura 3-48 representa espacialmente la riqueza y abundancia por estación y época de estudio.

Como primera media, se reconocen variaciones tanto espaciales como temporales en la abundancia y la riqueza. En cuanto a las espaciales, las estaciones más cercanas a la costa oriental de la Bahía muestran mayores densidades de individuos y con ello un mayor número de taxa. Las áreas centrales de la Bahía de manera general muestran menor desarrollo de la comunidad hasta el punto que en la estación 6 no se registraron individuos durante el mes de noviembre.

Por su parte, la estacionalidad se refleja en el incremento progresivo del número de organismos, en su orden desde la época de transición a lluvias y a sequía. Situación similar ocurre con la diversidad de Shannon, cuyos valores promedio resultan muy bajos (0,90, 1.34 y 1.37 para los 3 períodos) y como es de suponer, un resultado próximo pero opuesto ocurre en la dominancia y la proporcionalidad.

Los índices de diversidad de Shannon varían ampliamente en espacio como en tiempo, recordando que este índice se ve afectado tanto por el número de taxa presentes, como por la equidad en que éstos se encuentren. Tales variaciones pueden describirse así:

- Durante la transición (agosto) las estaciones más cercanas a la costa (1, 2, 3 y 4) muestran los menores valores (0.3 a 0.8) frente a aquellas más centrales (5, 6 y 7) (0.8 a 1).
- Durante lluvias (noviembre) se invierte lo ocurrido en transición y ahora las estaciones cercanas a la costa muestran los mayores registros (0.9 a 3.1) frente a (0 a 1.0).
- Durante la sequía (marzo) no se reconoce un patrón claro entre unas y otras estaciones.

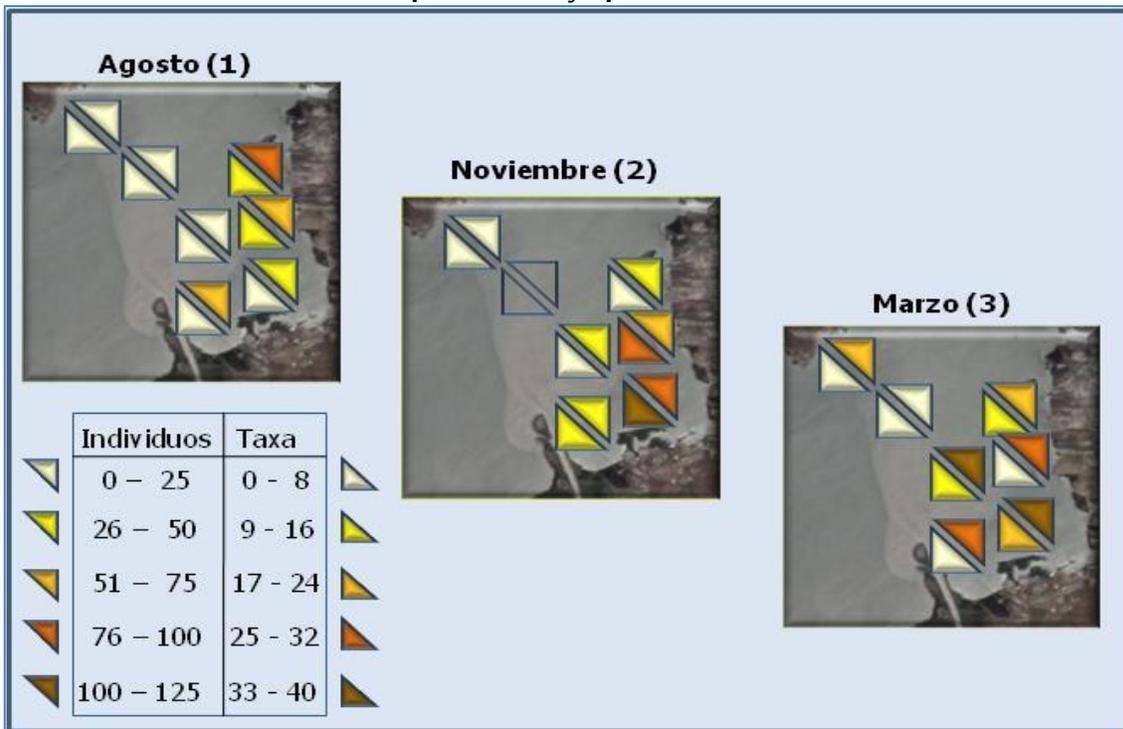
El conjunto de resultados claramente denota una elevada dinámica en la estructura de la comunidad, la cual ocurre muy posiblemente por los marcados efectos del Canal del Dique sobre la Bahía, con incidencia diferencial durante los distintos períodos climáticos. Vale notar que en ambientes relativamente estables, estas comunidades suelen mostrar alta estabilidad y persistencia, por lo que en el área estudiada podría afirmarse se trata de organismos generalistas y oportunistas de rápida tasa de recolonización.

Tabla 3-28 Descriptores de la estructura de la comunidad bentónica por estación y época.

	Agosto 2007 (1)						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
No. Taxa	8	8	11	9	4	1	2
Individuos	65	46	57	80	14	1	5
Dominancia	0.67	0.36	0.48	0.61	0.31	1.00	0.68
I. Shannon	0.79	1.45	1.32	0.96	1.28	0.00	0.50
I. proporcionalidad	0.28	0.53	0.34	0.29	0.90	1.00	0.82
	Noviembre 2007 (2)						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
No. Taxa	10	37	26	7	6	0	1
Individuos	49	99	74	43	41	0	1
Dominancia	0.64	0.06	0.07	0.39	0.52	0	1.00
I. Shannon	0.95	3.16	2.95	1.28	1.04	0	0.00
I. proporcionalidad	0.26	0.64	0.73	0.51	0.47	0	1.00
	Marzo 2008 (3)						
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
No. Taxa	6	19	8	15	10	4	7
Individuos	94	101	76	55	118	19	63
Dominancia	0.79	0.15	0.35	0.23	0.37	0.64	0.27
I. Shannon	0.50	2.26	1.34	1.97	1.36	0.73	1.46
I. proporcionalidad	0.27	0.51	0.48	0.48	0.39	0.52	0.62

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Figura 3-48 Expresión espacial de la riqueza y la abundancia para las comunidades bentónicas en capa estación y época de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Complementariamente a lo anotado, la Figura 3-49 y la Figura 3-50, despliegan los resultados relativos a los análisis de clasificación, así como a su expresión espacial. En primer lugar se reconoce como es esperado, que las afinidades son menores en los registros de densidad, respecto a los de densidad relativa. Ello es claro en tanto la primera trabaja sobre un conjunto muy variable de densidades y la segunda elimina el efecto diferencial de densidades asumiendo muestras de 100 individuos en cada caso.

Teniendo en cuenta las densidades se reconocen 4 grupos de estaciones así:

- Grupo I: estaciones 6 y 7 del primero y segundo período en su orden. Ambas contienen un único individuo de la familia Cirratulidae. Se localizan hacia el centro de la Bahía.
- Grupo II: estaciones 1, 2, 3 y 4 del primer período, 1 y 4 del segundo y tercer período. También muestran en común a la familia Cirratulidae pero con mayores densidades. Su localización corresponde a las estaciones próximas a la costa oriental de la Bahía.
- Grupo III: estaciones 2, 3 y 7 durante el tercer período. Muestra codominancia entre las familias Cirratulidae y Spionidae. Incluye estaciones próximas al costado oriental y occidental de la Bahía.

- Grupo IV: estaciones 2 y 3 del segundo período. Además de las familias Cirratulidae y Spionidae, se presenta Tubificidae. Las dos estaciones se ubican espacialmente en el costado suroriental de la Bahía.

Al trabajar con las densidades relativas se evalúa el papel que cada taxa cumple en su comunidad y no su importancia en términos de abundancia, en este caso los grupos que se conforman son los siguientes:

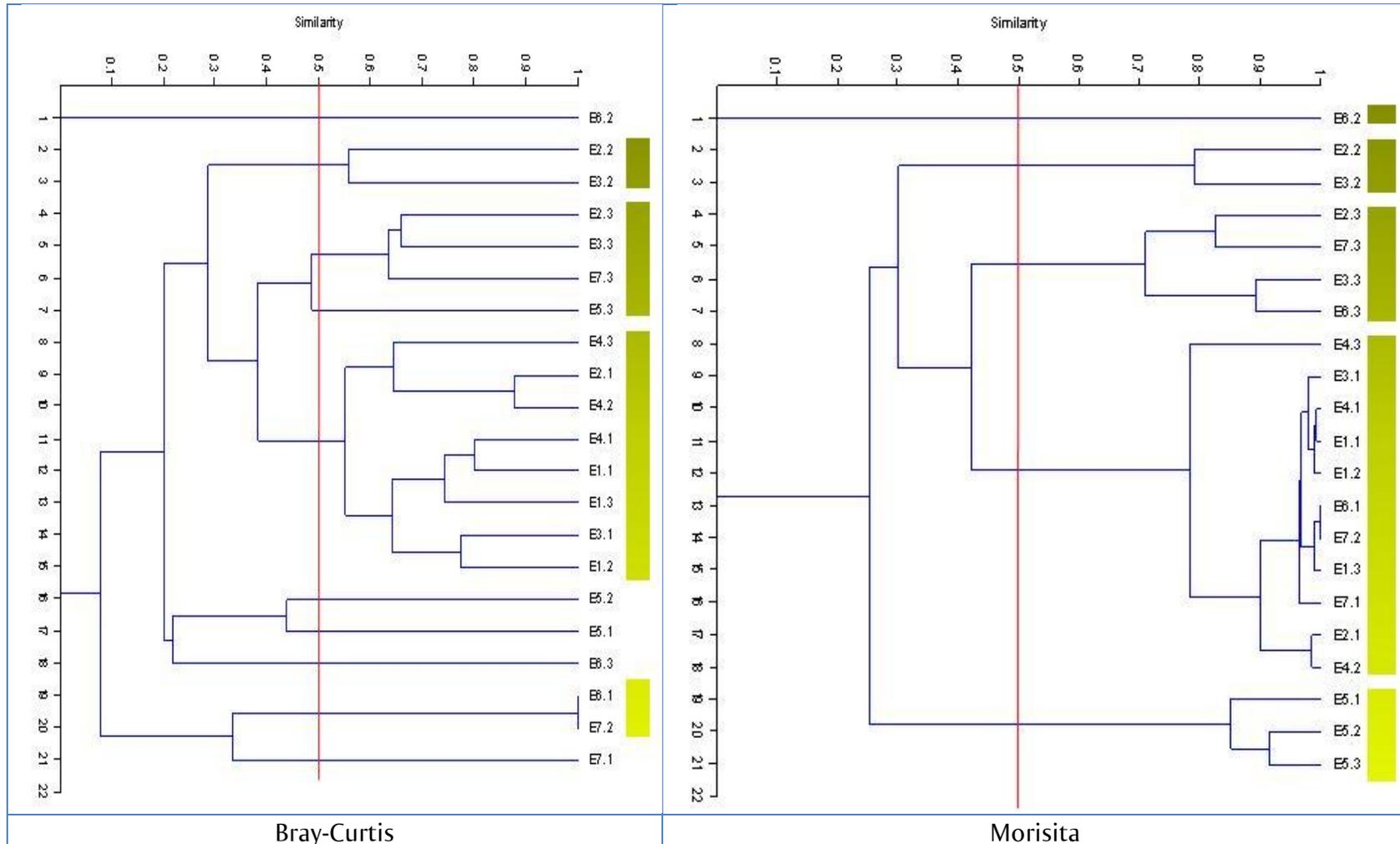
- Grupo I: estación 5 durante los 3 períodos, con la familia Cossuridae como principal exponente.
- Grupo II: conjunto numeroso de estaciones durante los 3 períodos, con la familia Cirratulidae como el taxón más importante.
- Grupo III: estaciones 2, 3, 6 y 7 durante el tercer período con importancia de las familias Cirratulidae y Spionidae.
- Grupo IV: estaciones 2 y 3 durante el segundo período con Cirratulidae, Spionidae y Tubificidae.

Al realizar análisis de correlación-regresión entre los dos primeros ejes de ordenación de las coordenadas principales tanto para densidades (Bray-Curtis) como densidades relativas (Morisita) con las variables fisicoquímicas de los sedimentos, se encontró que únicamente el carbono inorgánico y el cadmio muestran relaciones significativas con la estructura de la comunidad (Tabla 3-29). Este resultado sorprende pues el bentos comúnmente muestra alta relación con la granulometría y la materia orgánica.

A pesar de la alta dinámica de la comunidad bentónica, se reconoce cierto grado de similitud entre las diferentes épocas en las estaciones 1, 2, 3 y 4 por un lado, y 6 y 7 por el otro, mostrando la estación 5, una estructura particular.

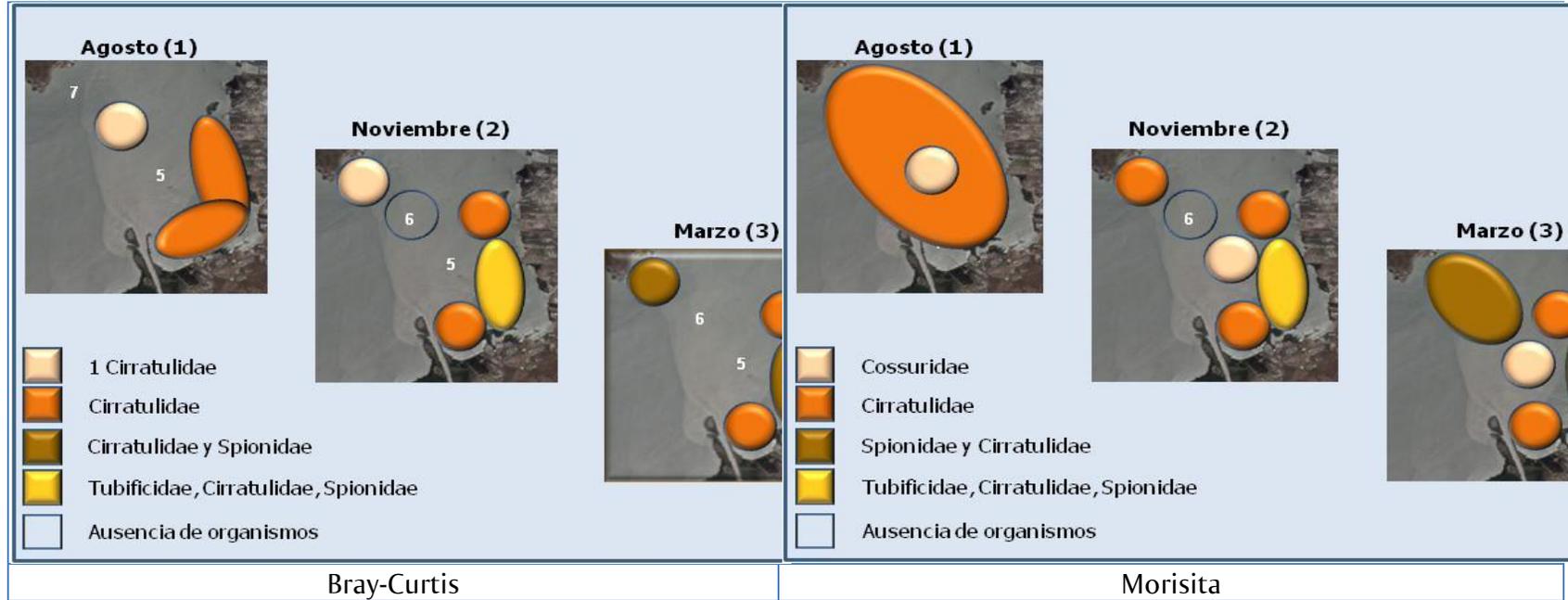
A manera de comparación la Figura 3-51 exhibe los resultados del análisis de correlación canónico para las densidades y se refleja sobre el eje horizontal, sentidos opuestos entre el eje II de las coordenadas principales y el carbono inorgánico, así como igual sentido con el cadmio.

Figura 3-49 Análisis de clasificación para las densidades (Bray-Curtis) y las densidades relativas (Morisita) de la comunidad bentónica.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-50 Expresión espacial de la estructura del bentos durante los tres períodos de estudio.



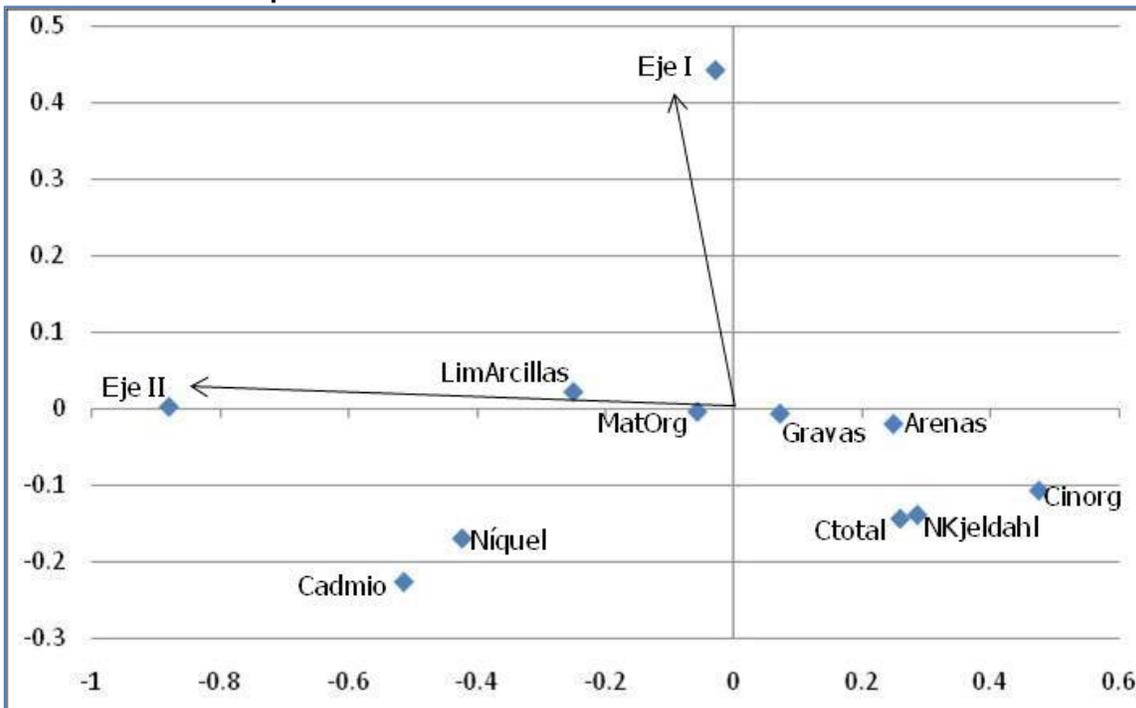
Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Tabla 3-29 Correlación entre los ejes de ordenación del bentos y las variables fisicoquímicas en los sedimentos.

Ejes Ordenación	Bray-Curtis		Morisita	
	I	II	I	II
Limos y arcillas (%)	0.046	0.258	0.239	-0.052
Arenas (%)	-0.046	-0.258	-0.239	0.053
Gravas (%)	-0.007	-0.060	-0.116	-0.120
Materia orgánica (%)	-0.016	0.063	0.059	-0.077
Carbono total (%)	-0.142	-0.227	-0.224	0.037
Carbono inorgánico (%)	-0.128	<u>-0.468</u>	-0.429	0.086
Nitrógeno total Kjeldahl (mg/kg)	-0.136	-0.255	-0.252	-0.001
Cadmio (mg/kg)	-0.211	<u>0.520</u>	<u>0.445</u>	-0.083
Níquel (mg/kg)	-0.157	0.437	0.352	-0.150

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.
Subrayado: coeficientes significativos al 95% de confianza.

Figura 3-51 Análisis de correlación canónico entre los 2 primeros ejes de las coordenadas principales del bentos (densidad) y las variables fisicoquímicas en sedimentos.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Con el propósito de determinar la tolerancia de los diferentes grupos estudiados, se le estimó el valor de diversidad de Shannon a cada una de las taxa con más de 5 individuos, siguiendo la idea de que un valor más alto es propio de grupos con alta presencia y mayor

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

homogeneidad en sus densidades, situación que es resaltada por tal índice. En tal sentido, la Tabla 3-30 expone los valores agrupados en tres categorías de tolerancia los cuales son relativos a las condiciones fisicoquímicas encontradas.

Tabla 3-30 Tolerancia de los principales taxa del bentos en el área de estudio.

Alta		Media		Baja	
Paraonidae	2.0	Nuculanidae	1.5	Apseudidae	1.0
Cirratulidae	2.0	Nephtyidae	1.5	Magelonidae	1.0
Nereididae	1.8	Hesionidae	1.5		
Spionidae	1.8	Opheliidae	1.4		
Pilargidae	1.7	Corbulidae	1.4		
Lucinidae	1.7	Capitellidae	1.4		
Lumbrineridae	1.7	Cossuridae	1.4		
		Ctenochelidae	1.3		
		Ampeliscidae	1.3		
		Tubificidae	1.2		
		Nemertino tipo 1	1.2		

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Cabe recordar que los grupos más representativos en el estudio corresponden a Cirratulidae, Spionidae, Paraonidae y Cossuridae, los tres primeros mostrando alta tolerancia y el último una tolerancia media. Weissberger et al. (2008) en el Atlántico noroccidental encontraron que el bentos estuvo dominado por los poliquetos de las familias Cirratulidae, Paraonidae y Cossuridae (55% de la comunidad), con muy pocas variaciones de su estructura ante cambios nutricionales en los sedimentos derivados de efectos estacionales. Sin embargo, Cirratulidae y Paraonidae mostraron dependencia con la profundidad, mientras que Cossuridae no. Así mismo, Cirratulidae y Cossuridae expusieron estrecha relación con la presencia de pigmentos fotosintéticos que capturan en la superficie de los sedimentos y que conducen a las áreas subsuperficiales de éstos. Estos autores no encontraron relación entre los hábitos alimenticios de los Paraonidae y los Cirratulidae, con las concentraciones de carbono y nitrógeno.

Al respecto, Mair et al. (2009) catalogan a las familias Spionidae, Cirratulidae, Capitellidae y Paraonidae como grupos que se alimentan de detritos superficiales y subsuperficiales en los sedimentos, que por demás resultan muy abundantes en las costas de Panamá y Costa Rica. Por su parte, Del Pilar-Ruso et al. (2008) han encontrado diferencias de sensibilidad en las comunidades de poliquetos expuestas a vertimientos de aguas con altas concentraciones de sal, siendo Ampharetidae el más sensible, seguido de Nephtyidae y Spionidae, mientras que Syllidae y Capitellidae muestran resistencia inicial a tales vertimientos y Paraonidae expone alta tolerancia en el espectro temporal. Destacan los autores que mientras Syllidae es indicadora de buena calidad de las aguas, Capitellidae indica condiciones contrarias.

Los resultados expuestos muestran algunos patrones semejantes con los encontrados en este estudio. Es así como las familias Cirratulidae y Paraonidae reducen sus densidades sensiblemente a mayores profundidades, en tanto Spionidae y Paraonidae muestran su mayor desarrollo durante la época de sequía lo que indica afectación por incidencia de aguas continentales, como sucede con los aportes del Canal del Dique. Cossuridae por otro lado, no refleja la incidencia de alguna condición particular, ocurre principalmente en aguas más profundas pero igualmente no se presenta en algunas estaciones con tal característica.

Como conclusión del estudio y en relación con la comunidad bentónica, ésta está dominada por anélidos y le siguen en importancia crustáceos y moluscos cuya representación conjunta equivale a la de los primeros. Los anélidos están casi enteramente representados por poliquetos, los crustáceos por anfípodos y decápodos, y los moluscos muestran equidad en bivalvos, gasterópodos y escafópodos.

Los grupos más representativos corresponden a poliquetos de las familias Cirratulidae, Spionidae, Paraonidae y Cossuridae, los cuales han sido reportados como importantes en otras áreas del Caribe. Los 3 primeros mostraron tolerancia alta representada en la presencia y homogeneidad espaciotemporal de sus densidades, y la última mostró tolerancia media.

La comunidad muestra efectos tanto espaciales como temporales en su estructura: en relación con los primeros su desarrollo (individuos y taxa) resulta bajo en el centro de la Bahía y alto en el costado oriental; respecto a los segundos, muestra mejor desarrollo durante la sequía. La diversidad por su lado, muestra patrones distintos a los anteriores, y a la vez resultó muy baja, lo que lleva a plantear la hipótesis de la existencia de condiciones espacializadas que resultan en algunos casos poco apropiadas para el desarrollo de la comunidad bentónica.

Una característica muy importante hallada para esta comunidad se refiere a su elevada dinámica y poca estabilidad, condición que de forma contundente expresa la gran variabilidad ambiental del área de estudio sobre el ciclo anual. Este hecho es notable pues esta comunidad regularmente es referida como persistente en ambientes abióticos estables, lo que denota para la Bahía de Cartagena, tanto condiciones de estrés, como de homeóstasis o respuesta ante éste. Esta última propiedad se logra, como es de esperar, a través de la prevalencia de grupos con alta tolerancia abiótica y alta capacidad de recolonización, situación que explica la poca relación hallada entre la estructura de la comunidad y las condiciones abióticas de los sedimentos.

Comunidad de Zooplancton.

Un total de 126193 organismos pertenecientes a 76 taxa fueron colectados en la comunidad del zooplancton muestreada en la Bahía de Cartagena, siendo esta identificada principalmente a nivel de familia (Tabla 3-31 y Tabla 3-32). De estas cifras, el 66,2% de los individuos y el 69,7% de las familias pertenecen al phylum Artrópoda, mostrando los demás grupos una participación baja a marginal (Tabla 3-33 y la Figura 3-52). Sin embargo y tal como se observa en la Figura 3-53, ninguna familia mostró predominancia, lo que denota alta equidad a nivel de la estructura de la comunidad.

Tabla 3-31 Ubicación filogenética de las familias encontradas en la comunidad de zooplancton.

Phylum Protozoa
Sub Phylum Sarcodina
Clase Granuloreticulosea
Sub Clase Indeterminado
Orden Foraminiferida
Familia Globigerinidae
Phylum Cnidaria
Sub Phylum Indeterminado
Clase Hidrozoa
Sub Clase Trachylina
Orden Trachymedusae
Familia Geryoniidae
Sub Clase Indeterminado
Orden Limnomedusae
Familia Olindiidae
Sub Clase Hydroidolina
Orden Siphonophorae
Familia Diphyidae
Phylum Ctenophora
Sub Phylum Indeterminado
Clase Tentaculata
Sub Clase Indeterminado
Orden Cydippida
Familia Pleurobrachiidae
Phylum Annelida
Sub Phylum Indeterminado
Clase Polychaeta
Sub Clase Palpata
Orden Aciculata
Familia Tomopteridae
Larva Rostraria
Alciopidae
Phylum Mollusca
Sub Phylum Indeterminado
Clase Bivalvia
Sub Clase Indeterminado
Orden Pholadomyoidea
Familia Larva Veliger
Clase Gastropoda
Sub Clase Indeterminado
Orden Neotaenioglossa
Familia Atlantidae
Orden Thecosomata
Familia Cavolinidae
Limacinidae
Phylum Artropoda
Sub Phylum Crustacea
Clase Ostracoda
Sub Clase Myodocopa
Orden Halocyprida
Familia Halocyprididae
Clase Malacostraca



Sub Clase Eumalacostraca
Orden Mysida
 Familia Mysidae
Orden Amphipoda
 Familia Hyperiidae
Orden Decapoda
 Familia Caridea
 Megalopa Grapsidae
 Megalopa Portunidae
 Zoea Porcellanidae
 Zoea Pasiphaeidae
 Zoea Diogenidae
 Zoea Solenoceridae
 Zoea Pinnotheridae
 Zoea Atelecyclidae
 Zoea Alpheidae
 Zoea Grapsidae
 Zoea Xantiidae
 Zoea Majidae
 Zoea Portunidae
 Zoea Dorippidae
 Zoea Oplophoridae
 Zoea Paguridae
 Luciferidae
 Cumaceo

Clase Maxillopoda

Sub Clase Copepoda
Orden Calanoida
 Familia Acartiidae
 Euchaetidae
 Aeitidae
 Scolettrichidae
 Diaxididae
 Diaptomiidae
 Candaciidae
 Pontellidae
 Coricaenidae
 Calanidae
 Clausocalanidae
 Centropagidae
 Miraciidae
 Metrinidae
 Temoridae
 Paracalanidae
 Clausidae
Orden Cyclopoida
 Familia Oithonidae
 Oncaeidae
Orden Harpacticoida
 Familia Saphirinidae
 Euterpinidae
 Macrostellidae
Orden Indeterminado
 Familia Nauplio Copepodo
 Copepodito



- Sub Clase Thecostraca
 - Orden Cirriperia
 - Familia Cirripedio Morf sp 1
- Clase Branchiopoda
 - Sub Clase Phyllopoda
 - Orden Diplostraca
 - Familia Podonidae
- Phylum Brachiopoda**
 - Sub Phylum Indeterminado
 - Clase Inarticulata
 - Sub Clase Indeterminado
 - Orden Lingulida
 - Familia Larva Lingulacea
- Phylum Ectoprocta**
 - Sub Phylum Indeterminado
 - Clase Gymnolaemata
 - Sub Clase Indeterminado
 - Orden Cheilostomata
 - Familia Membraniporidae
- Phylum Echinodermatha**
 - Sub Phylum Eleutherozoa
 - Clase Echinoidea
 - Sub Clase Euechinoidea
 - Orden Holoctypoida
 - Familia Larva Pluteus Echinoideo
- Phylum Chaetognata**
 - Sub Phylum Indeterminado
 - Clase Sagittoidea
 - Sub Clase Indeterminado
 - Orden Phragmophora
 - Familia Eukrohniidae
 - Orden Aphragmophora
 - Familia Sagittidae
- Phylum Chordata**
 - Sub Phylum Tunicata
 - Clase Appendicularia
 - Sub Clase Indeterminado
 - Orden Copelata
 - Familia Oikopleuridae
 - Clase Thaliacea
 - Sub Clase Indeterminado
 - Orden Doliolida
 - Familia Doliolidae
 - Phylum Chordata**
 - Sub Phylum Vertebrata
 - Clase Actinopterygii
 - Sub Clase Neopterygii
 - Orden Clupeiformes
 - Familia Engraulidae
 - Huevo de pez

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Tabla 3-32 Densidad de los organismos del zooplancton en el área de estudio (Ind. /100 m³).

FAMILIA	E1.1	E2.1	E3.1	E4.1	E5.1	E6.1	E7.1	E1.2	E2.2	E3.2	E4.2	E5.2	E6.2	E7.2	E1.3	E2.3	E3.3	E4.3	E5.3	E6.3	E7.3
Acartiidae	89.1	15.23	23.03	82.06	91.59	15.03	47.08	118.6	8.366	43	58.29	81.68	31.46	25.52	19.42	17.68	17.87	56.96	20.64	78.98	59.26
Aeitidae	0	0	0	0	0	0	0	158.3	0	61.12	2.727	107.4	44.14	32.36	0	0	0	0	0	0	0
Alciopidae	0	0	0	0	0	0	0	85	38	56	56	209	30	0	0	0	0	0	0	0	0
Atlantidae	104	338	319	7	204	294	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
Bivalvo Morf 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	103	0	0	192
Calanidae	25	46	0	0	58	0	0	225	38	0	74	0	0	0	0	243	0	0	0	0	0
Candaciidae	1.826	3.261	0	0	829	265	229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caridea	258	461	1.595	125	2.022	703	1.025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cavolinidae	31	0	0	7	0	26	0	1.818	2.456	917	1.554	2.851	1.77	503	0	0	0	0	0	0	48
Centropagidae	544	615	0	0	117	124	0	73.07	51.12	8.894	21.14	44.7	13.46	9.176	0	10.99	1.119	51	1.514	1.695	7.875
Cirripedio Morf sp1	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	847	1.216	2.273	231	785	12.54	20.41
Clausidae	289	123	87	0	120	85	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clausocalanidae	0	0	0	0	0	0	0	11.68	154	15.12	2.681	24.96	2.755	2.215	102	0	350	26	561	0	10.8
Copepodito	289	277	3.045	0	0	88	712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coricaenidae	0	0	0	0	0	0	0	18.77	5.143	4.28	2.959	18.6	9.998	13.51	102	284	105	26	0	18.53	35.58
Cumaceo	0	0	0	0	0	0	0	7.524	1.535	14.68	1.076	18.1	590	2.292	0	0	0	0	0	0	0
Diaptomiidae	1.798	5.383	6.091	169	1.04	739	1.37	3.833	6.716	56	649	8.741	1.202	2.455	0	0	0	0	0	0	0
Diaxididae	0	0	0	0	0	0	0	254	154	0	37	334	149	46	0	0	0	0	0	0	0
Diphyidae	846	10.15	15.43	44	1.541	1.628	2.094	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	384
Doliolidae	0	0	0	0	0	0	0	113	345	250	130	178	67	488	0	0	0	0	0	0	0
Engraulidae	38	92	0	66	29	105	81	0	115	0	0	0	105	85	0	122	0	0	0	0	0
Euchaetidae	0	523	406	0	566	928	484	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eukrohniidae	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euterpinidae	0	169	0	0	29	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Furcilla Eufausiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.83	5.352	20.94	514	0	218	41.73
Geryoniidae	949	923	2.9	0	679	1.029	1.332	719	38	56	111	710	239	62	10.91	851	315	0	1.682	0	768
Globigerinidae	57	0	58	7	0	46	17	127	0	56	297	167	90	410	0	0	0	0	0	0	0
Halocyprididae	0	0	0	0	0	0	0	5.904	4.068	556	622	5.326	821	999	0	0	594	0	0	3.051	43.07
Huevo Pez	0	123	0	0	15	39	46	2.381	883	3.78	1.54	2.955	1.068	1.309	0	487	1.818	0	449	1.243	1.681
Hydromedusa Morfotipo 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	508	0	0	0	0	0	0
Hyperiididae	0	38	0	0	0	0	0	56	77	56	0	63	351	317	68	0	35	0	0	565	48
Larva Lingulacea	13	92	29	0	29	0	35	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larva Pluteus Echinoideo	75	123	29	0	22	0	0	0	192	167	37	115	90	0	34	203	105	0	841	0	0

FAMILIA	E1.1	E2.1	E3.1	E4.1	E5.1	E6.1	E7.1	E1.2	E2.2	E3.2	E4.2	E5.2	E6.2	E7.2	E1.3	E2.3	E3.3	E4.3	E5.3	E6.3	E7.3
Larva Rostraria	0	0	0	0	0	0	0	268	0	28	111	334	0	108	0	81	0	0	112	0	0
Larva Veliger	119	400	87	140	44	219	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limacinidae	82	400	145	0	708	562	452	3.748	3.454	1.334	826	4.96	1.837	2.261	102	41	0	77	224	1.469	816
Luciferidae	88	1.23	928	493	997	418	808	5.608	3.032	4.364	1.058	8.866	650	124	3.1	7.988	909	745	5.945	85.54	56.71
Macrostellidae	0	0	0	0	0	0	0	197	0	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megalopa Grapsidae	25	400	0	0	44	0	69	465	499	28	0	533	119	0	34	0	0	0	0	0	0
Megalopa Portunidae	0	0	232	7	95	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Membraniporidae	695	2.807	29	0	573	0	0	0	77	83	0	0	231	186	0	0	0	0	0	0	0
Metrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	334	30	46	0	0	0	0	0	0	0
Miraciidae	170	23	0	0	102	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Munnidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144
Mysidae	0	62	0	0	0	0	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naulio Cirripedio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.72	23.96	13.46	1.207	31.07	68.81	21.61
Nauplio Copepodo	214	369	551	88	80	235	130	4.016	1.19	9.589	946	4.616	2.531	991	0	0	0	0	0	0	0
Neomysis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62.98	0	0
Oikopleuridae	776	3.014	3.306	37	949	2.686	1.989	465	509	361	932	1.191	1.449	782	3.151	527	1.294	0	5.103	565	912
Oithonidae	0	31	0	59	117	26	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olindiidae	952	584	1.943	0	1.019	513	284	197	0	56	74	533	97	0	0	0	0	0	0	0	0
Oncaeidae	842	6.552	7.28	66	3.421	5.507	2.583	254	38	222	37	345	105	46	0	0	0	0	1.066	0	96
Paracalanidae	88	246	0	0	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.912	3.041	9.371	51	0	20.68	44.85
Pleurobrachiidae	4.212	8.951	7.164	0	16.71	6.095	6.825	6.524	4.452	1.584	2.551	7.582	642	952	0	0	0	0	0	0	0
Podonidae	1.204	92	1.769	1.354	1.683	203	652	2.339	3.109	361	649	3.78	2.359	3.19	4.54	27.78	14.51	1.85	75.15	43.28	19.45
Pontellidae	714	554	232	7	675	235	133	5.833	6.563	3.252	1.085	12.31	1.516	263	5.388	7.542	3.392	0	12.45	41.24	64.3
Rhincalanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0
Sagittidae	5.787	10.3	25.09	44	5.637	8.461	7.914	12.55	11.48	11.34	3.72	17.18	7.213	11.13	2.253	1.825	22	0	1.178	6.328	3.601
Saphirinidae	119	123	116	7	15	52	12	0	0	111	37	167	105	0	0	0	0	0	0	0	0
Scolecichidae	1.49	4.768	2.059	412	1.939	487	686	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temoridae	248	246	348	74	299	118	0	20.78	48.36	8.756	3.442	54.57	13.39	10.35	1.694	10.66	2.937	103	7.851	127.2	57.38
Tomopteridae	116	31	290	15	168	52	69	240	0	83	19	480	254	85	0	0	35	0	0	0	0
Zoea Alpheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	115	0	37	0	0	62	136	0	35	0	0	0	0
Zoea Atelecicliidae	0	0	0	0	0	0	0	620	998	222	306	1.472	276	256	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Diogenidae	516	246	464	22	902	1.173	98	366	269	222	74	355	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Dorippidae	0	0	0	0	0	0	0	395	0	139	37	439	231	62	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Grapsidae	217	0	145	15	44	75	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Majidae	0	0	0	0	0	0	0	521	0	0	297	585	142	395	0	0	0	0	0	0	0

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

FAMILIA	E1.1	E2.1	E3.1	E4.1	E5.1	E6.1	E7.1	E1.2	E2.2	E3.2	E4.2	E5.2	E6.2	E7.2	E1.3	E2.3	E3.3	E4.3	E5.3	E6.3	E7.3
Zoea Oplophoridae	0	0	0	0	0	0	0	648	384	361	362	689	157	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoea Paguridae	500	92	522	0	887	575	168	0	0	0	0	0	0	0	102	203	70	0	112	339	240
Zoea Pasiphaeidae	0	0	0	0	0	0	0	141	192	0	121	439	60	155	0	0	0	0	729	9.379	7.347
Zoea Pinnotheridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	167	0	0	1.389	284	1.224	26	1.066	904	1.777
Zoea Porcellanidae	560	584	986	0	1.033	520	188	225	154	167	37	480	0	93	136	527	175	0	56	226	144
Zoea Portunidae	38	31	5.888	29	113	301	139	12.57	2.878	16.29	1.967	20.78	2.083	1.301	0	0	0	0	449	0	0
Zoea Solenoceridae	0	0	0	0	0	0	0	465	384	389	130	752	82	364	0	0	35	0	280	0	336
Zoea Xantiidae	189	123	551	0	102	480	258	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

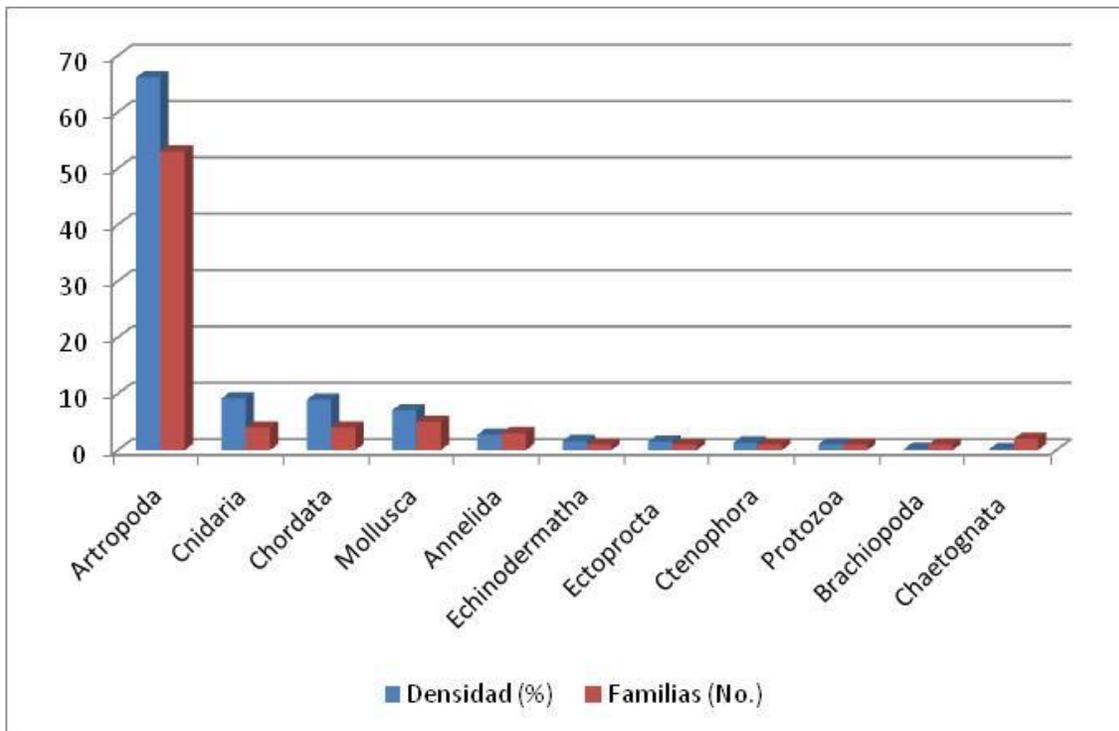
Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Tabla 3-33 Densidades (Ind./100 m³) y número de familias para los diferentes phylum hallados en la comunidad zooplanctónica.

	Densidad (Ind./ 100 m ³)	Densidad (%)	Familias (No.)	Familias (%)
Artropoda	83510	66.2	53	69.7
Cnidaria	11579	9.2	4	5.3
Chordata	11307	9.0	4	5.3
Mollusca	8913	7.1	5	6.6
Annelida	3453	2.7	3	4.0
Echinodermatha	2033	1.6	1	1.3
Ectoprocta	1877	1.5	1	1.3
Ctenophora	1667	1.3	1	1.2
Protozoa	1332	1.1	1	1.3
Brachiopoda	275	0.2	1	1.3
Chaetognata	248	0.2	2	2.6

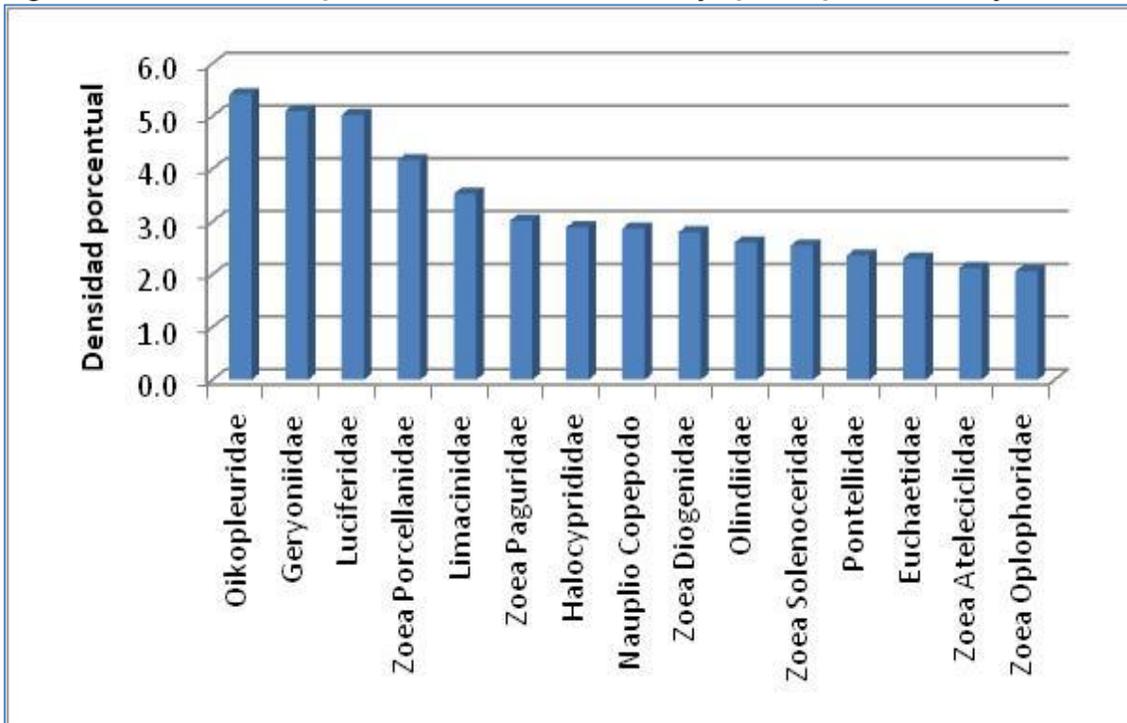
Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Figura 3-52 Conformación de la comunidad zooplanctónica en organismos y familias en el área estudiada.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-53 Densidad porcentual de las familias cuya participación es mayor a 2%.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

De las 10 familias más abundantes 6 pertenecen a artrópodos (Luciferidae, Halocyprinididae, zoeas de Porcellanidae, Paguridae y Dioginidae y nauplio de Copépodo), 2 a cnidarios (Geryoniidae, Olindiidae) y 1 a cordados (Oikopleuridae) y moluscos (Limacinidae).

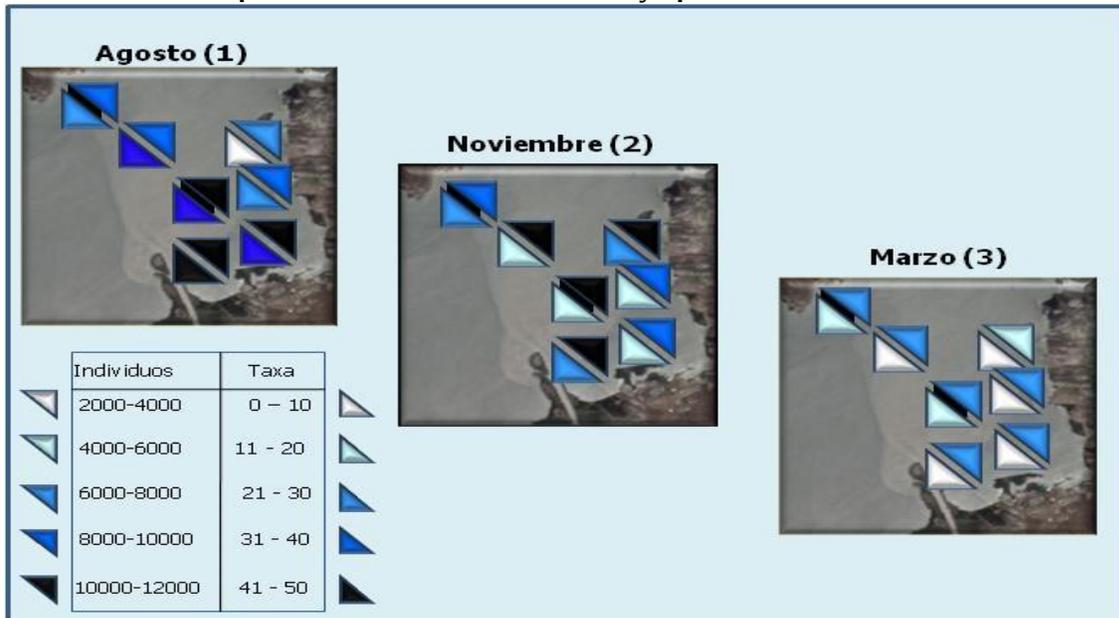
La Tabla 3-34 ilustra los principales descriptores de la estructura de la comunidad en cada estación y época, mientras que la Figura 3-54 despliega espacialmente los descriptores de abundancia y riqueza. Se reconocen mayores densidades y número de taxa para el período de agosto, en particular en la zona sur del área de estudio; las cifras disminuyen para las taxa en noviembre si bien las densidades permanecen altas en el sur y en el centro; en tanto marzo, que corresponde al período de mayor incidencia de aguas marinas sobre la Bahía, muestra de forma clara registros menores para los dos descriptores. Estos resultados muestran, por un lado, variaciones temporales con mayor desarrollo de la comunidad durante las épocas de transición y lluvias, y por otro, espaciales con indicadores más altos en inmediaciones del área de mayor incidencia del Canal del Dique. Unos y otros resultados (espaciales y temporales) denotan mayor desarrollo de la comunidad en zonas con incidencia de aguas continentales.

Tabla 3-34 Descriptores de la estructura de la comunidad zooplanctónica por estación y época.

	Agosto 2007						
	E1.1	E2.1	E3.1	E4.1	E5.1	E6.1	E7.1
No. Taxa	41	45	36	25	43	40	37
Individuos	10888	8670	6684	2023	9902	8754	6461
Dominancia	0.05	0.05	0.08	0.13	0.07	0.06	0.07
I. Shannon	3.12	3.20	2.78	2.49	2.95	3.11	2.93
I. proporcionalidad	0.55	0.54	0.45	0.48	0.44	0.56	0.51
	Noviembre 2007						
	E1.2	E2.2	E3.2	E4.2	E5.2	E6.2	E7.2
No. Taxa	41	39	40	42	43	41	38
Individuos	7511	5926	5342	7218	8848	5844	7993
Dominancia	0.05	0.08	0.07	0.08	0.05	0.07	0.08
I. Shannon	3.10	2.81	2.99	2.83	3.13	2.95	2.87
I. proporcionalidad	0.54	0.43	0.49	0.40	0.53	0.47	0.46
	Marzo 2008						
	E1.3	E2.3	E3.3	E4.3	E5.3	E6.3	E7.3
No. Taxa	24	23	27	14	24	21	30
Individuos	2277	3964	2939	2011	4820	3329	4664
Dominancia	0.21	0.12	0.17	0.23	0.12	0.15	0.12
I. Shannon	2.08	2.38	2.20	1.86	2.34	2.18	2.54
I. proporcionalidad	0.33	0.47	0.33	0.46	0.43	0.42	0.42

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-54 Expresión espacial de la riqueza y la abundancia para las comunidades zooplanctónicas en cada estación y época de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

De otro lado, la Figura 3-55 expone los resultados del análisis de clasificación tanto para las densidades como las densidades relativas. A nivel de las primeras los índices de afinidad resultan bajos, hecho que denotan variaciones importantes en la cantidad de individuos entre una y otra estación y período. Se destaca que únicamente 3 índices fueron mayores a 0.5, correspondiendo ellos a:

- Estaciones 6 y 7 (vecinas) durante agosto. Los principales grupos en ellas son Scoletrichidae, Luciferidae, Euchaetidae (artrópodos) y Limacinidae (molusco).
- Estaciones 1 y 5 (vecinas) durante noviembre. Conformadas principalmente por las zoeas de Oplophoridae y Solenoceridae, megalopa de Grapsidae (artrópodos) y Geryoniidae (cnidario).
- Estaciones 4 y 7 (vecinas) durante noviembre. Representadas por los artrópodos Halocypridae y nauplios de Copépodo.

A nivel de las densidades relativas y una vez eliminado el efecto de cantidad de individuos, los grupos afines se tornan más numerosos. En ellos se reconoce la participación de la taxa en sus comunidades, destacándose la conformación de los siguientes grupos (Figura 3-56):

- Grupo I: en él se incluyen 5 estaciones del mes de agosto (3, 4, 5, 6, 7) con alta proporción de los artrópodos Luciferidae y zoea Porellanidae. Este último taxa también fue importante durante el mes de marzo en las estaciones 3 y 4.

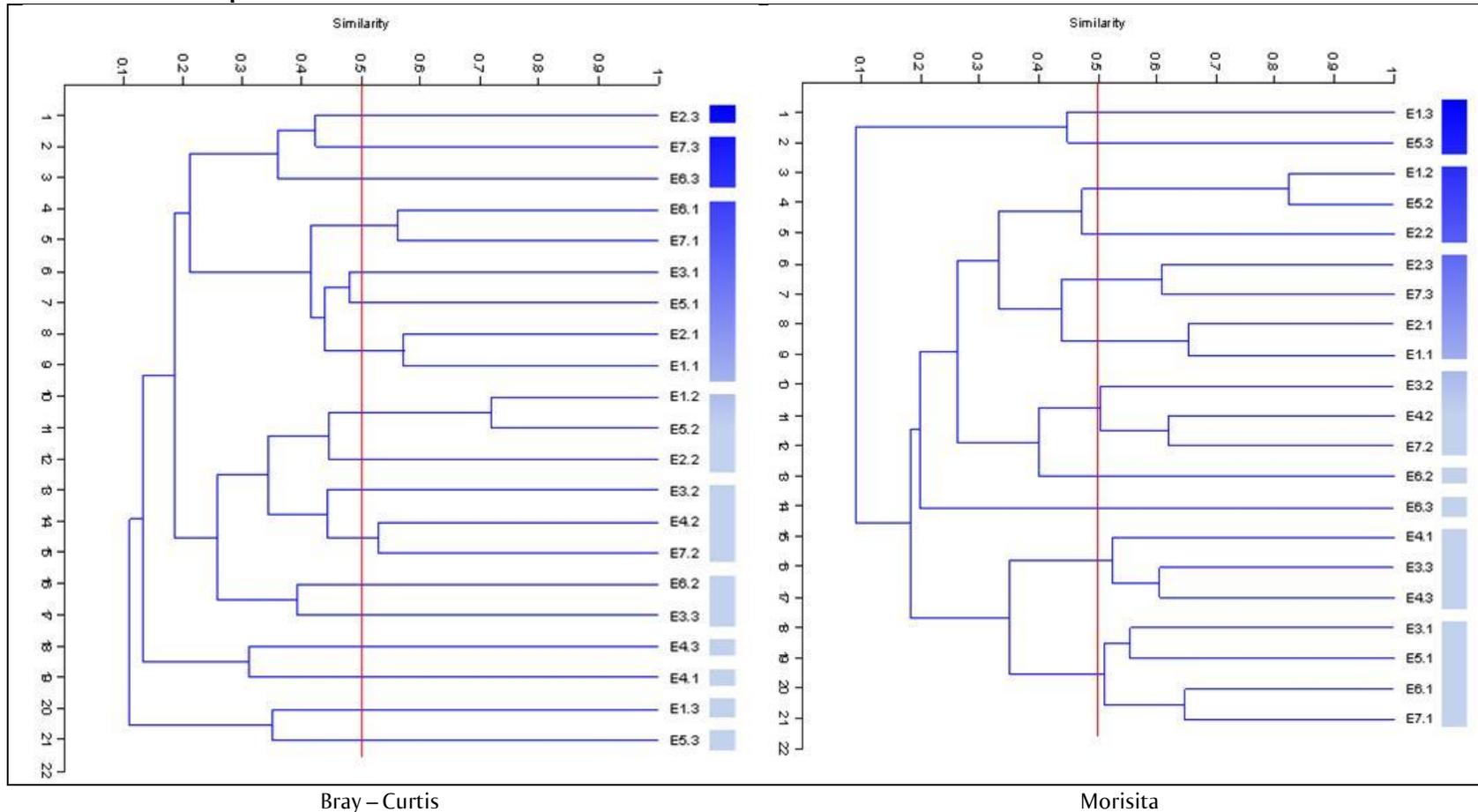
- Grupo II: cobija al artrópodo Halocyprinididae y al cordado Oikopleuridae; se expresa durante el mes de noviembre en las estaciones 3, 4 y 7 (alejadas del área de influencia directa del Canal del Dique)
- Grupo III: representado por los cnidarios Geryoniidae y Olindidae, se expresa durante agosto en las estaciones 1 y 2, y durante marzo en 2 y 7.
- Grupo IV: se observa durante el mes de noviembre en las estaciones 1 y 5 (vecinas y próximas al Canal del Dique) y en ellas cobran importancia las zoeas Opolophoridae y Solenoceridae.

Los resultados previos denotan, sin lugar a dudas, que los efectos temporales-estacionales juegan un papel más importante que los espaciales, en esta comunidad. En cuanto a las variables que expresan incidencia con la comunidad, evaluadas a través de análisis de correlación-regresión entre los ejes de las coordenadas principales y las variables fisicoquímicas en aguas, únicamente se encontraron relaciones significativas para la transparencia tanto en densidades y densidades relativas, como en la profundidad para las primeras (Tabla 3-35).

Estos resultados son consistentes con el análisis de correlación canónica que se presenta en la Figura 3-57, donde se observa que no hay variables asociadas al eje I de ordenación, en tanto el eje II se asocia directamente con la profundidad e inversamente con la transparencia.

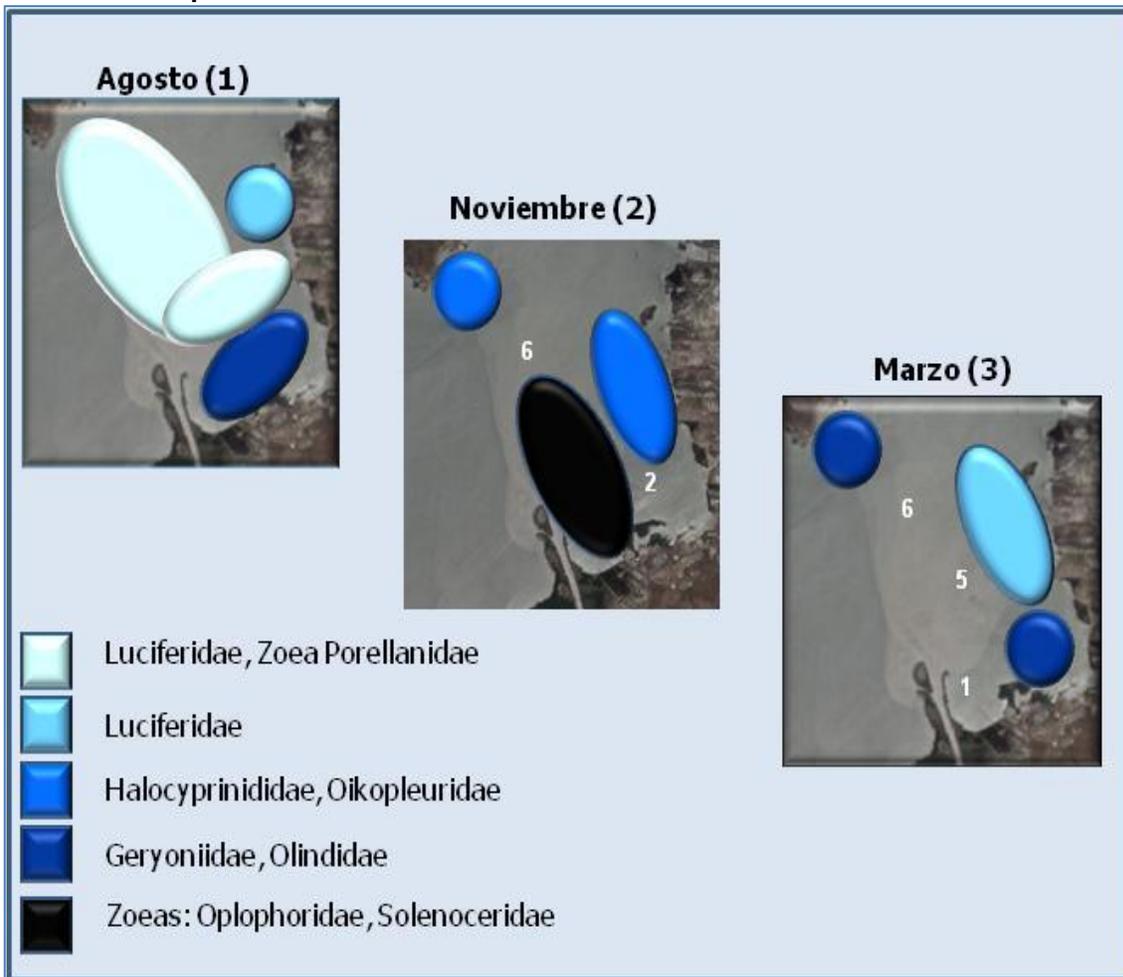
De otro lado, la Tabla 3-36 explora la tolerancia de los grupos más representativos en el estudio, a partir del cálculo de la diversidad de Shannon (H'). Vale notar que de los 10 taxa más numerosos en el estudio 7 muestran alta tolerancia y 3 tolerancia media. Ello sugiere que dada la alta variabilidad abiótica del área de estudio en espacio como en tiempo, la prevalencia está dada para aquellos grupos que exponen alta tolerancia. Este resultado se confirma en tanto ninguna de las 15 taxa reconocidas previamente con una participación mayor al 2% de la comunidad, muestra tolerancia baja.

Figura 3-55 Análisis de clasificación para las densidades (Bray-Curtis) y las densidades relativas (Morisita) de la comunidad zooplanctónica.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-56 Expresión espacial de la estructura del zooplancton durante los tres períodos de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

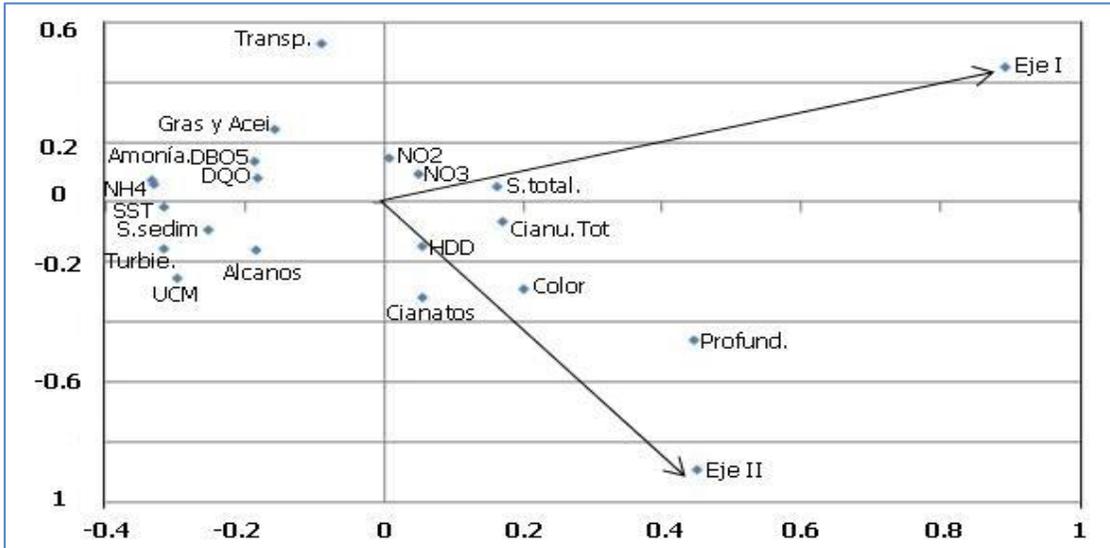
Tabla 3-35 Correlación entre los ejes de ordenación del zooplancton y las variables fisicoquímicas en las aguas.

Ejes Ordenación	Bray - Curtis		Morisita	
	I	II	I	II
Profundidad	0.196	<u>0.602</u>	0.224	-0.170
Transparencia	0.152	<u>-0.501</u>	0.007	<u>0.460</u>
Color	0.052	0.344	0.058	-0.119
SST	-0.290	-0.128	-0.206	-0.257
S.sedimentables	-0.266	-0.032	-0.177	-0.293
S.totales	0.168	0.028	0.213	0.004
Turbiedad	-0.351	-0.006	-0.281	-0.314
DBO5	-0.127	-0.151	-0.142	-0.026
DQO	-0.107	-0.202	-0.084	-0.005
NO2	0.071	-0.124	0.105	-0.022
NO3	0.086	-0.059	0.139	0.004
N-NH4	-0.266	-0.213	-0.247	-0.044
Amoníaco	-0.269	-0.200	-0.245	-0.054
Grasas Aceites	-0.034	-0.282	-0.098	0.182
HDD	-0.016	0.154	0.042	-0.061
UCM	-0.377	0.088	-0.225	-0.286
Alcanos	-0.235	0.057	-0.231	0.062
Cianuro total	0.123	0.134	0.066	0.089
Cianatos	-0.090	0.303	-0.087	-0.040

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Subrayado: coeficientes significativos al 95% de confianza.

Figura 3-57 Análisis de correlación canónico entre los 2 primeros ejes de las coordenadas principales del zooplancton (densidad) y las variables fisicoquímicas en aguas.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Tabla 3-36 Tolerancia de los principales taxa del zooplancton (con participación mayor al 1%) en el área de estudio.

Alta		Media		Baja	
Zoea Porcellanidae	2.5	Nauplio Copepodo	1.9	Caridea	1.2
Temoridae	2.4	Hyperiididae	1.9	Diaptomiidae	1.2
Oikopleuridae	2.3	Olindiidae	1.9	Copepodito	1.2
Geryoniidae	2.3	Oncaeidae	1.9	Cirripedio Morf sp1	1.1
Luciferidae	2.3	Megalopa Grapsidae	1.8	Scoletrichidae	1.1
Tomopteridae	2.2	Atlantidae	1.8	Zoea Pinnotheridae	1.1
Zoea Paguridae	2.2	Podonidae	1.8	Cavolinidae	1.0
Limacinidae	2.2	Centropagidae	1.8	Diphyidae	1.0
Zoea Diogenidae	2.1	Doliolidae	1.8	Candaciidae	0.9
Zoea Solenoceridae	2.1	Zoea Oplophoridae	1.7	Pleurobrachiidae	0.9
Pontellidae	2.0	Zoea Pasiphaeidae	1.7		
Larva Pluteus Echinoideo	2.0	Halocyprididae	1.7		
Globigerinidae	2.0	Zoea Ateleciidae	1.6		
		Zoea Xantiidae	1.6		
		Euchaetidae	1.6		
		Membraniporidae	1.6		
		Zoea Majidae	1.5		
		Huevo Pez	1.5		

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

En conclusión, la comunidad de zooplancton, mostró gran desarrollo y diversidad, junto con el predominio de los artrópodos, pero con alta equidad a nivel de familias. Entre los grupos más abundantes se destacan los artrópodos Luciferidae y las zoeas de Porcellanidae, el cnidario Geryoniidae, el cordado Oikopleuridae y el molusco Limacinidae.

En cuanto a su comportamiento espaciotemporal, este resultó muy variable, situación que denota y expresa la adaptabilidad y las respuestas ante un medio muy cambiante. La comunidad muestra su mayor desarrollo durante el período de transición y en la zona sur de la Bahía, y el menor desarrollo durante el período de sequía o de mayor incidencia de aguas marinas. Este resultado permite inferir que la incidencia de las aguas continentales juega un papel positivo y altamente significativo sobre la estructura y composición de la comunidad zooplanctónica de la bahía.

La incidencia más importante se refiere a la estacionalidad, con cambios radicales de la comunidad de un período a otro, mientras que los cambios espaciales son bajos durante agosto, medios en noviembre y altos en marzo. La transparencia de las aguas se mostró como la variable incidente sobre la estructura de la comunidad.

Grosso modo, y en virtud a las condiciones abióticas fluctuantes, en la comunidad prevalecen grupos con alta tolerancia.

Comunidad de Peces:

El estudio de la comunidad de peces arrojó para los tres períodos de muestreo, un total de 44 especies y 1893 individuos, representados estos últimos por época así: 776 durante transición, 625 durante lluvias y 492 durante sequía, cifras que claramente muestran una reducción importante a lo largo del estudio lo que denota una marcada incidencia estacional (Ver Tabla 3-37, Tabla 3-38, Tabla 3-39 y la Figura 3-58).

Tabla 3-37 Ubicación filogenética de las especies de peces capturadas en el área de estudio y nombre vernacular.

Phylum Chordata	
Clase Actinopterygii	
Orden Elopiformes	
Familia Elopidae	
<i>Elops saurus</i> (Linnaeus, 1766)	Macabí, Macaco
Orden Clupeiformes	
Familia Clupeidae	
<i>Opisthonema oglinum</i> (LeSueur, 1818)	Chopa
Familia Pristigasteridae	
<i>Pellona harroweri</i> (Fowler, 1917)	Sardinata
Familia Engraulidae	
<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)	Anchoa de charco
Orden Siluriformes	
Familia Ariidae	
<i>Ariopsis</i> sp.	Chivo cabezón
<i>Bagre bagre</i> (Linnaeus, 1766)	
<i>Bagre marinus</i> (Mitchill, 1815)	Bagre playero
<i>Cathorops mapale</i> Betancur-R y Acero, 2005	Barbudo de playa
<i>Sciades proops</i> (Valenciennes, 1840)	Chivo
Orden Aulopiformes	
Familia Synodontidae	
<i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1766)	Lagarto playero
Orden Mugiliformes	
Familia Mugilidae	
<i>Mugil incilis</i> Hancock, 1830	Lisa
Orden Scorpaeniformes	
Familia Triglidae	
<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1797)	Gallineta
Orden Perciformes	
Familia Centropomidae	
<i>Centropomus ensiferus</i> Poey, 1860	Róbalo congo
<i>C. undecimalis</i> (Bloch, 1792)	Róbalo
Familia Serranidae	
<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)	Mero negro
Familia Carangidae	
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	Cojinúa
<i>C. hippos</i> (Linnaeus, 1766)	Jurel
<i>C. latus</i> Agassiz, 1831	Casabito
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1758)	Sietecueros
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i> (Cuvier, 1833)	
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Jorobado
<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815)	
Familia Lutjanidae	
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	Chino
Familia Gerreidae	
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	Mojarra amarilla
<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	Mojarra



<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	Mojarra blanca
Familia Haemulidae	
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	Ronco
<i>Haemulon bonariense</i> Cuvier, 1829	Ronco prieto
<i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868)	Coroncoro gris
Familia Polynemidae	
<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	
Familia Sciaenidae	
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	Corvineta
<i>Cynoscion jamaicensis</i> (Vaillant & Bocourt, 1833)	Covinata
<i>C. leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	
<i>C. steindachneri</i> (Jordan, 1889)	Corvinata blanca
<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	Corvinata
<i>Larimus breviceps</i> (Cuvier, 1830)	Corvinataaletacorta
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	Boquita de sábalo
<i>Stellifer stellifer</i> (Bloch, 1790)	Corvinata
<i>Umbrina coroides</i> Cuvier, 1830	
Familia Trichiuridae	
<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)	Sable
Familia Scombridae	
<i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Collette, Russo & Zavala, 1978)	Sierra
<i>S. cavalla</i> (Cuvier, 1829)	Carite
Familia Stromateidae	
<i>Peprilus paru</i> (Linnaeus, 1758)	Pampanilla
Orden Pleuronectiformes	
Familia Paralichthyidae	
<i>Scyacium gunteri</i> Ginsburg, 1933	Pega pega

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Tabla 3-38 Capturas de la comunidad íctica por especie, estación y período de muestreo.

Estación	Transición						Lluvias						Sequía					
	E1 .1	E1 .3	E1 .7	E1 .8	E1 .9	E1. 10	E2 .1	E2 .3	E2 .7	E2 .8	E2 .9	E2. 10	E3 .1	E3 .3	E3 .7	E3 .8	E3 .9	E3. 10
Anchoa spinifer	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ariopsis sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1
Bagre bagre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Bagre marinus	0	8	1	5	4	0	0	0	0	7	1	0	8	5	1	11	0	4
Bairdiella ronchus	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	11	0	0
Caranx crysos	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Caranx latus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	0
C. hippos	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cathorops mapale	6	11	6	13	13	15	25	0	2	32	62	1	19	32	7	26	9	3
Centropomus ensiferus	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Centropomus undecimalis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Chloroscombrus chrysurus	2	18	0	16	1	7	9	3	5	60	3	45	0	36	0	4	3	0
Conodon nobilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Cynoscion jamaicensis	0	12	0	0	1	0	7	0	0	0	0	1	2	8	0	2	0	0
C. leiarchus	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cynoscion standachneri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Diapterus rhombeus	5	80	11	4	27	3	1	13	15	4	2	2	8	7	3	10	31	1
Elops saurus	0	0	0	2	1	0	0	4	0	4	0	4	0	0	3	7	0	0
Eucinostomus gula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Gerres cinereus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haemulon bonariense	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemicaranx amblyrhynchus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0
Isopisthus parvipinnis	2	12	0	11	2	0	10	0	0	1	2	0	0	11	1	16	2	21
Larimus breviceps	0	1	0	6	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Lutjanus synagris	0	0	0	2	1	1	0	1	1	0	1	0	2	3	0	2	0	0
Micropogonias furnieri	2	33	2	3	26	2	1	13	0	5	7	4	2	1	0	0	0	0
Mugil incilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Mycteroperca bonaci	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligoplites saurus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	7	0	0	0	3	0	0
Opisthonema oglinum	1	1	0	19	1	18	0	23	0	17	2	3	0	12	5	11	1	1
Pellona harroweri	27	23	0	13	37	0	14	1	1	7	23	0	54	0	1	25	10	7

Estación	Transición						Lluvias						Sequía					
	E1 .1	E1 .3	E1 .7	E1 .8	E1 .9	E1. 10	E2 .1	E2 .3	E2 .7	E2 .8	E2 .9	E2. 10	E3 .1	E3 .3	E3 .7	E3 .8	E3 .9	E3. 10
		7					8											
Peprilus paru	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Polydactylus virginicus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Pomadasys corvinaeformis	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Prionotus punctatus	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Sciades proops	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Scomberomorus brasiliensis	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Scomberomorus cavalla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
Selene setapinnis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stellifer stellifer	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
Syacium gunteri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Synodus foetens	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichiurus lepturus	0	0	0	4	0	0	6	0	0	3	0	0	2	2	0	0	0	0
Umbrina coroides	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

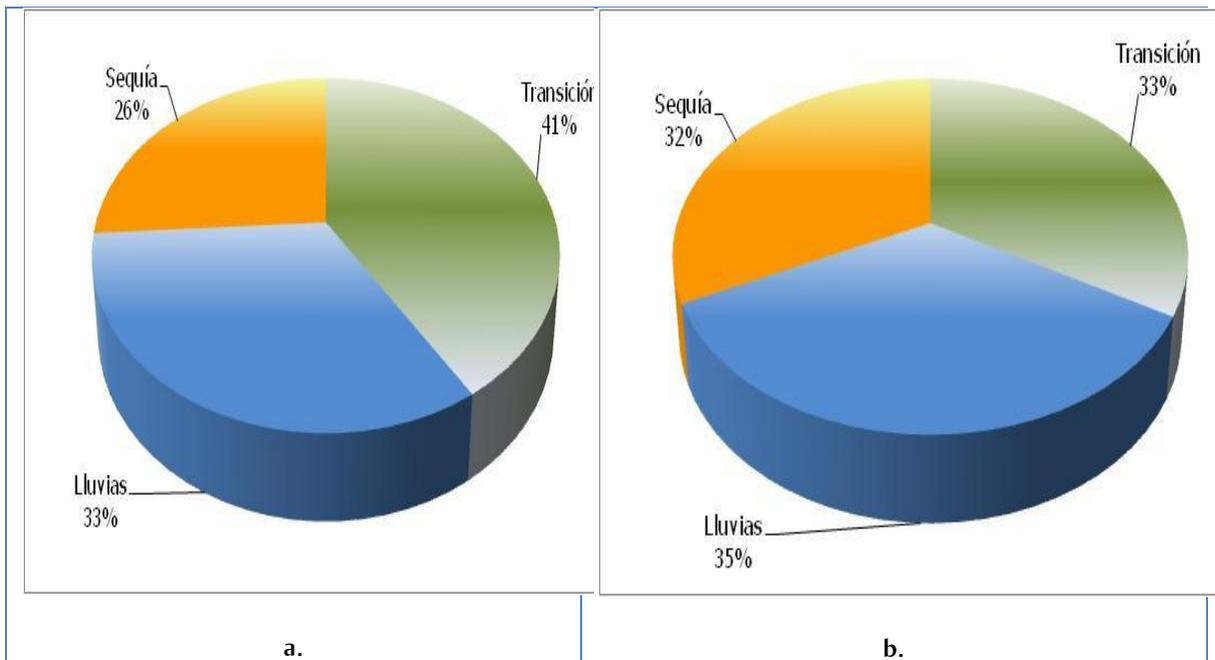
Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEVAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Tabla 3-39 Captura y biomasa íctica correspondientes a las especies más abundantes en el área de estudio.

	Abundancia			Biomasa		
	Transición	Lluvias	Sequía	Transición	Lluvias	Sequía
<i>Pellona harroweri</i>	314	180	97	14293	7705	4369
<i>Cathorops mapale</i>	64	122	96	4596	11467	7661
<i>Diapterus rhombeus</i>	130	37	60	3945	1228	1680
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	44	125	43	2268	6088	4014
<i>Opisthonema oglinum</i>	40	45	30	2931	3712	2800
<i>Micropogonias furnieri</i>	68	30	3	5187	2456	250
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	27	13	51	2704	1421	6771

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEVAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

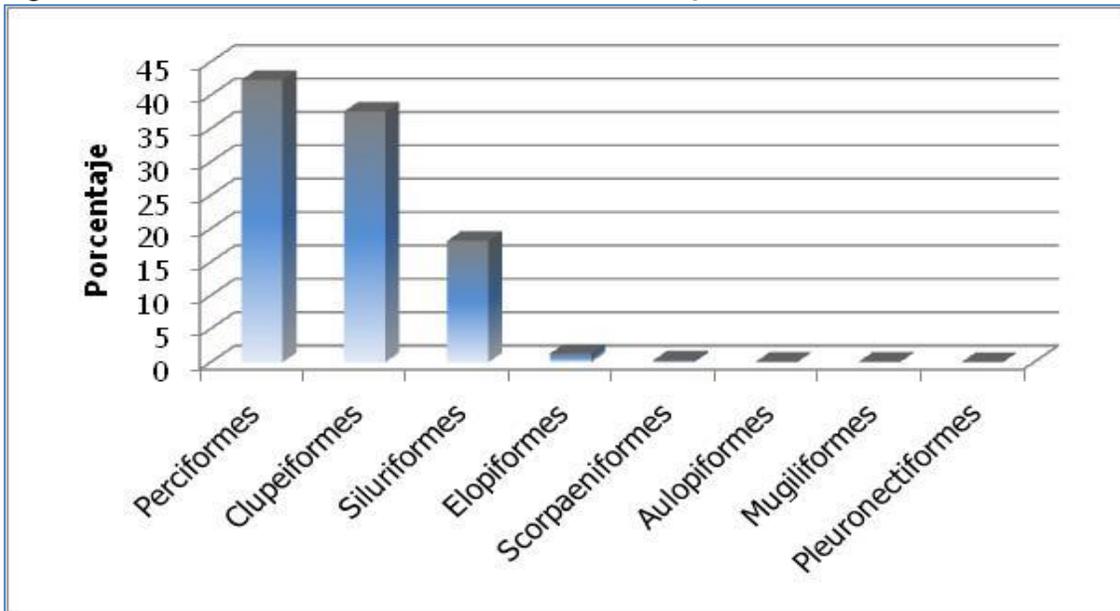
Se observa alta correspondencia entre los registros totales de abundancias y biomasa, si bien hay un leve incremento de la última durante sequía y de reducción durante la transición. Figura 3-58 Participación de las capturas ícticas por su abundancia (a) y biomasa (b) durante los períodos de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

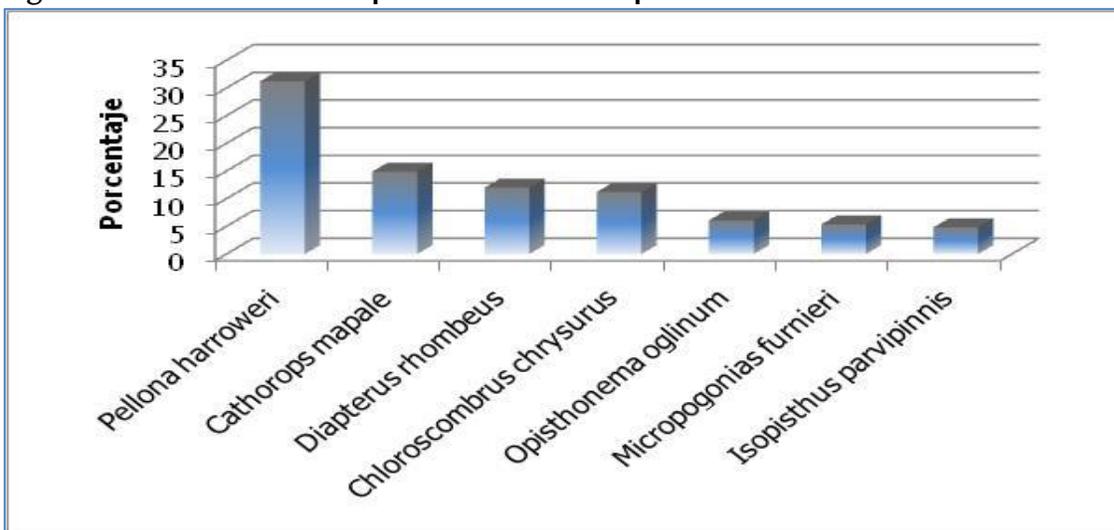
El conjunto de la ictiofauna capturada, pertenece a ocho órdenes, de los cuales son importantes por su abundancia únicamente Perciformes, Clupeiformes y Siluriformes, alcanzando el 98% de la comunidad, por lo que la presencia de los otros cinco órdenes es apenas marginal (Figura 3-59). Así mismo, de las 44 especies capturadas siete mostraron gran dominancia en la comunidad alcanzando 86% de ella. Son ellas: *Pellona harroweri* (sardinata, 31%), *Cathorops mapale* (barbudo de playa, 15%), *Diapterus rhombeus* (mojarra amarilla, 12%), *Chloroscombrus chrysurus* (sietecueros, 11%), *Opisthonema oglinum* (chopa, 6%), *Micropogonias furnieri* (boquita de sábalo, 5%) y *Isopisthus parvipinnis* (corvinata, 5%) (Figura 3-60).

Figura 3-59 Conformación de la comunidad íctica por Órdenes.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

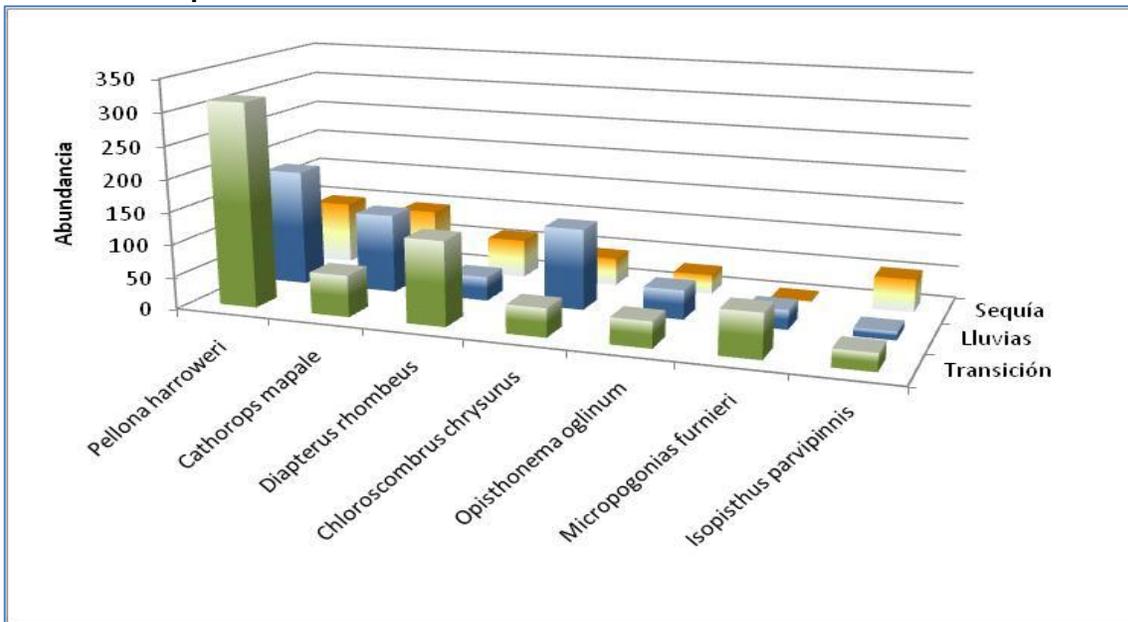
Figura 3-60 Contribución porcentual de las especies más abundantes.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

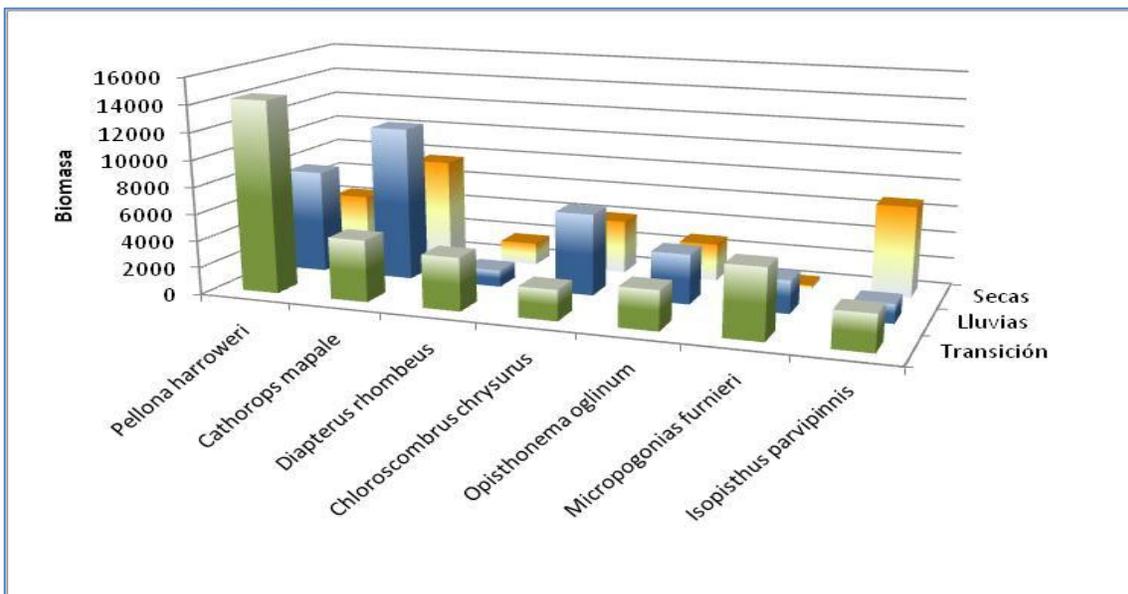
La participación de estas especies es muy variable según el período climático mostrando *Pellona harroweri*, *Diapterus rhombeus* y *Micropogonias furnieri*, mayor participación durante la transición tanto en abundancias como biomasa; mientras que *Cathorops mapale* y *Chloroscombrus chrysurus* hacen lo propio para el período de lluvias. De otro lado, *Opisthonema oglinum* e *Isopisthus parvipinnis* muestran un patrón más homogéneo (Figura 3-61 y Figura 3-62).

Figura 3-61 Abundancias porcentuales de las especies más importantes para cada período de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-62 Biomosas porcentuales de las especies más importantes para cada período de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

El cálculo del índice de Shannon como indicador del grado de tolerancia de las especies más importantes, señala a cinco de las siete especies referidas con los mayores registros, acompañadas con el *Bagre marinus* y *Lutjanus synagris* (Tabla 3-40). Este resultado de alguna **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO**

forma sugiere, que la importancia de las especies se sustenta parcialmente en sus tolerancias, por lo que aquellas especies muy sensibles a cambios ambientales, no encuentran oportunidades para un gran desarrollo en las condiciones fluctuantes de la Bahía.

Tabla 3-40 Cálculo del índice de Shannon sobre las especies cuyas capturas superaron 10 individuos en el área y período de estudio.

Alta tolerancia		Media tolerancia	
Especie	H´	Especie	H´
<i>Cathorops mapale</i>	2.48	<i>Micropogonias furnieri</i>	1.95
<i>Diapterus rhombeus</i>	2.22	<i>Elops saurus</i>	1.82
<i>Bagre marinus</i>	2.18	<i>Pellona harroweri</i>	1.80
<i>Opisthonema oglinum</i>	2.16	<i>Cynoscion jamaicensis</i>	1.59
<i>Lutjanus synagris</i>	2.11	<i>Trichiurus lepturus</i>	1.52
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	2.10	<i>Oligoplites saurus</i>	1.43
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	2.05	<i>Bairdiella ronchus</i>	1.19

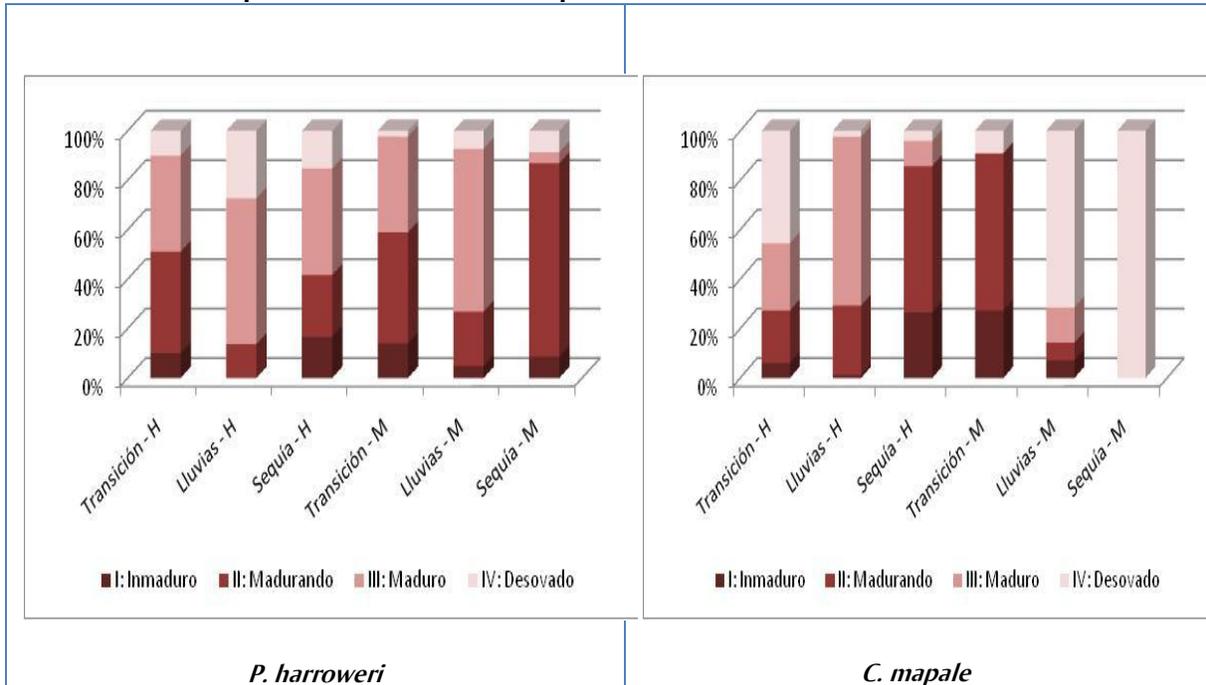
Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

De otro lado, las Figura 3-63, Figura 3-64 y Figura 3-65 muestran los estados gonadales de seis de las especies referidas, discriminando machos y hembras. En ellas se aprecia lo siguiente (Tabla 3-41):

- *Pellona harroweri*: prevalece en maduración sexual durante los tres períodos de estudio.
- *Cathorops mapale*: se observan discrepancias entre hembras y machos pues las primeras muestran mayor porcentaje de desove durante transición y los machos durante lluvias y sequía.
- *Chloroscombrus chrysurus*: durante transición las hembras muestran mayor porcentaje de desove y los machos de madurez.
- *Opisthonema oglinum*: durante lluvias las hembras muestran mayor porcentaje de desove y los machos de madurez (lluvias-sequía).
- *Micropogonias furnieri*: prevalecen condiciones de inmadurez durante todo el estudio, con algún porcentaje de madurez-desove durante la transición.
- *Isopisthus parvipinnis*: prevalecen condiciones de inmadurez durante todo el estudio, con algún porcentaje de madurez-desove durante la sequía.

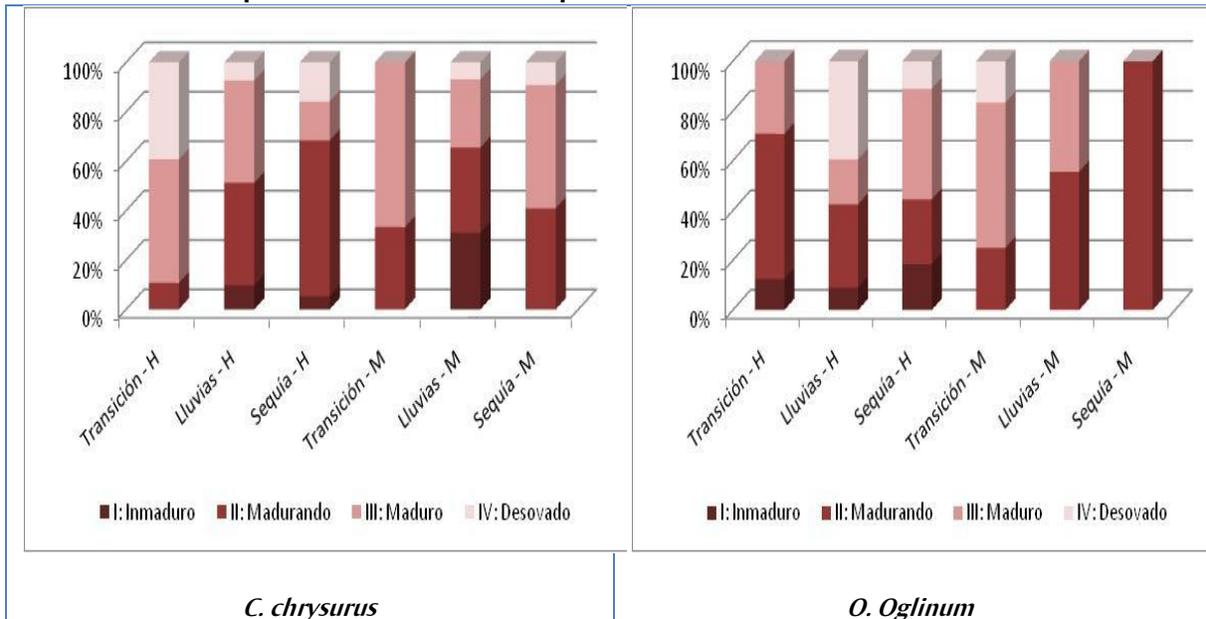
Los anteriores registros señalan que las distintas especies muestran estrategias reproductivas variables en relación con el período climático y que la Bahía constituye un sistema con grandes oportunidades para las diferentes taxa de peces, en virtud a los gradientes espacio temporales que la enmarcan.

Figura 3-63 Estados gonadales para hembras (H) y machos (M) de las especies más importantes durante cada período de estudio.



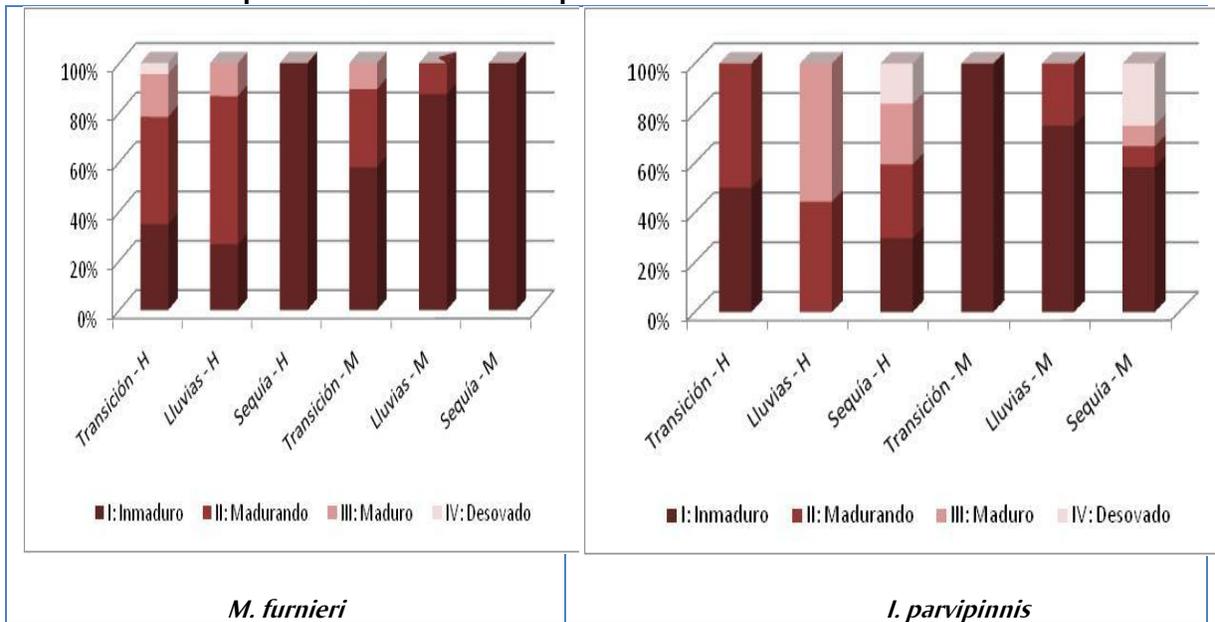
Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-64 Estados gonadales para hembras (H) y machos (M) de las especies más importantes durante cada período de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-65 Estados gonadales para hembras (H) y machos (M) de las especies más importantes durante cada período de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Tabla 3-41 Estado gonadal de las especies más abundantes en los distintos períodos de estudio.

Transición	Hembras				Machos			
	I: Inmaduro	II: Madurando	III: Maduro	IV: Desovado	I: Inmaduro	II: Madurando	III: Maduro	IV: Desovado
<i>P. harroweri</i>	18	74	70	18	18	58	50	3
<i>C. mapale</i>	2	7	9	15	3	7	0	1
<i>C. chrysurus</i>	0	3	14	11	0	2	4	0
<i>O. oglinum</i>	3	14	7	0	0	3	7	2
<i>M. furnieri</i>	8	10	4	1	22	12	4	0
<i>I. parvipinnis</i>	8	8	0	0	2	0	0	0

Lluvias	Hembras				Machos			
	I: Inmaduro	II: Madurando	III: Maduro	IV: Desovado	I: Inmaduro	II: Madurando	III: Maduro	IV: Desovado
<i>P. harroweri</i>	0	19	82	38	2	9	27	3
<i>C. mapale</i>	1	23	56	2	1	1	2	10
<i>C. chrysurus</i>	8	34	34	6	9	10	8	2
<i>O. oglinum</i>	3	11	6	13	0	5	4	0
<i>M. furnieri</i>	4	9	2	0	7	1	0	0
<i>I. parvipinnis</i>	0	4	5	0	3	1	0	0
Sequía	Hembras				Machos			
	I: Inmaduro	II: Madurando	III: Maduro	IV: Desovado	I: Inmaduro	II: Madurando	III: Maduro	IV: Desovado
<i>P. harroweri</i>	12	18	31	11	2	18	1	2
<i>C. mapale</i>	13	29	5	2	0	0	0	2
<i>C. chrysurus</i>	1	12	3	3	0	9	11	2
<i>O. oglinum</i>	5	7	12	3	0	3	0	0
<i>M. furnieri</i>	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>I. parvipinnis</i>	11	11	9	6	7	1	1	3

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Este hecho se refleja también en los hábitos alimenticios propios de las taxa encontradas, pues se observan estrategias diversas que en su conjunto, contribuyen a maximizar la productividad del sistema y a incrementar la biodiversidad de las taxa presentes. Es así como *Pellona harroweri* y *Opisthonema oglinum* son planctófagos además de carnívoro el último; *Isopisthus parvipinnis* es carnívoro; *Diapterus rhombeus* es iliófago; y las especies *Cathorops mapale*, *Chloroscombrus chrysurus* y *Micropogonias furnieri* muestran hábitos omnívoros (Tabla 3-42). Sobre el conjunto de especies capturadas priman durante todos los períodos, los hábitos carnívoros seguidos de los omnívoros, mostrando baja representación los planctófagos e iliófagos (Figura 3-66).

Tabla 3-42 Hábitos alimenticios de la ictiofauna capturada en el área de estudio.

ESPECIE	Grupo	Alimentación	Ítems alimentarios
<i>Anchoa spinifer</i>	I	Planctófago	Diatomeas pennales y centrales, otros tipos de algas, pequeños peces (incluyendo clupeidos) y camarones.
<i>Ariopsis sp.</i>	II	Omnívoro	Sedimentos, crustáceos, camarones
<i>Bagre bagre</i>	III	Carnívoro	Crustáceos bénticos, peces óseos
<i>B. marinus</i>	III	Carnívoro	Juveniles de peces, invertebrados
<i>Bairdiella ronchus</i>	II	Carnívoro	Crustáceos, camarones, juveniles de peces
<i>Caranx crysos</i>	II	Carnívoro	Peces pequeños de la familia engráulidae, otros peces, camarones y otros invertebrados
<i>C. hippos</i>	III	Carnívoro	Juveniles de mugílidos (lisas) y engráulidos (anchoas), otros peces, camarones y otros invertebrados
<i>C. latus</i>	III	Carnívoros	Anfípodos, copépodos bénticos, isópodos, otros crustáceos bénticos, camarones, langostinos, peces óseos, gasterópodos, invertebrados planctónicos
<i>Cathorops mapalei</i>	II	Omnívoro	Detritos, crustáceos, camarones, pequeños peces, algas filamentosas. Los juveniles se alimentan de amphípodos, isópodos y copépodos.
<i>Centropomus ensiferus</i>	III	Carnívoro	Juveniles de poecílidos (pipones), mugílidos (lisas), engráulidos (anchoas), clupeidos y crustáceos (principalmente camarones)
<i>C. undecimalis</i>	III	Carnívoro	Variedad de especies de peces y crustáceos, principalmente camarones
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	II	Omnívoro	Partes de mugílidos y engráulidos, otros peces, cephalópodos, zooplancton y detritos
<i>Conodon nobilis</i>	II	Omnívoro	Crustáceos bénticos, moluscos, juveniles de peces, algas bénticas, diatomeas
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	III	Carnívoro	Peces y crustáceos como cangrejos, camarones y langostinos
<i>C. leiarchus</i>	III	Carnívoro	Peces y crustáceos como cangrejos y camarones
<i>C. steindachneri</i>	II	Omnívoro	Crustáceos bénticos, cangrejos, langostinos, peces óseos, algas bénticas.
<i>D. rhombeus</i>	I, II	lloófago	Detritos, microinvertebrados, diatomeas penales y centrales
<i>Elops saurus</i>	III	Carnívoro	Juveniles de mugílidos (lisas) y engráulidos (Anchoas), otros peces, cangrejos, camarones, langostinos, sepias, insectos
<i>Eucinostomus gula</i>	II	Omnívoro	Anfípodos, copépodos bénticos, isópodos, otros crustáceos bénticos, moluscos, algas bénticas, anélidos y poliquetos

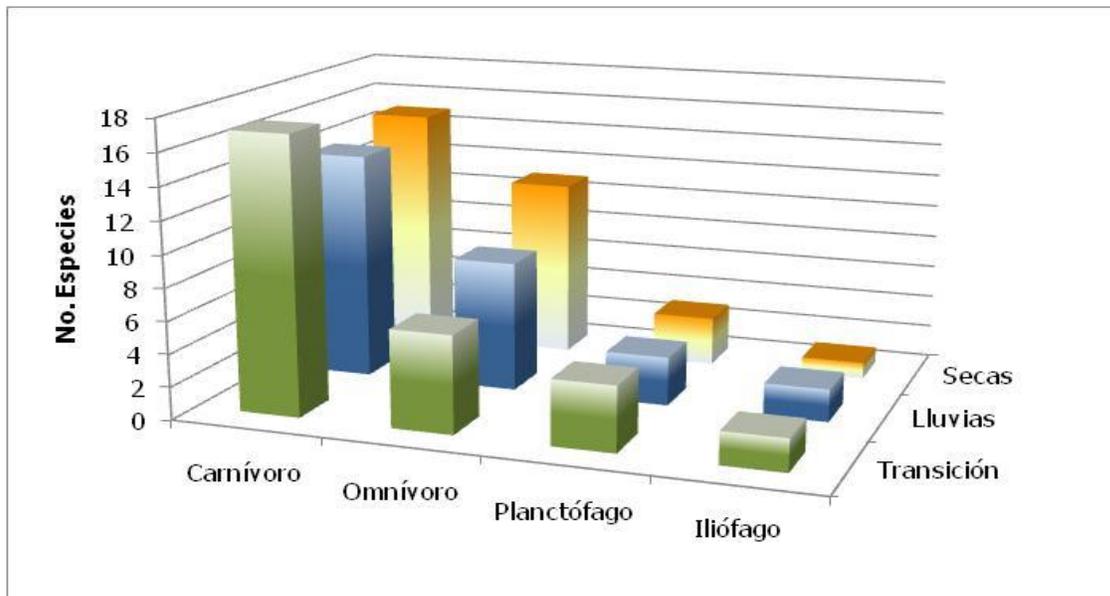
ESPECIE	Grupo	Alimentación	Ítems alimentarios
<i>Gerres cinereus</i>	I, II	lilíofago	Detritos, microinvertebrados, diatomeas penales y centrales, invertebrados (gusanos, almejas y crustáceos)
<i>Haemulon bonariense</i>	III	Carnívoro	Crustáceos (estomatópodos, camarones y cangrejos) y peces.
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	III	Carnívoro	Peces e invertebrados
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	III	Carnívoro	Pequeños camarones, principalmente decápodos
<i>Larimus breviceps</i>	III	Carnívoro	Crustáceos bénticos, moluscos, juveniles de peces
<i>Lutjanus synagris</i>	III	Carnívoro	Fragmentos de peces digeridos, pequeños peces, cangrejos, camarones, gasterópodos y cephalópodos
<i>Micropogonias furnieri</i>	II	Omnívoro	Juveniles: detritos, crustáceos migratorios bénticos y moluscos sésiles. Adultos: bentos, zooplancton, poliquetos y ocasionalmente capturan peces
<i>Mycteroperca bonaci</i>	III	Carnívoro	Los adultos comen sobre peces y los juveniles sobre camarones
<i>Mugil incilis</i>	I, II	lilíofago	Detritos
<i>Oligoplites saurus</i>	II	Omnívoro	Crustáceos bénticos, camarones, langostinos, detritos, peces óseos, invertebrados planctónicos, fitoplancton
<i>Opisthonema oglinum</i>	I, III,	Planctófago /Carnívoro	Juveniles: plancton. Adultos: Crustáceos bénticos (camarones, cangrejos, langostinos), peces óseos, medusas, hidroides, crustáceos planctónicos
<i>Pellona harroweri</i>	I	Planctófago	Principalmente copépodos y luciféridos. Diatomeas penales y centrales, otros tipos de algas
<i>Peprilus paru</i>	I, II	Planctófago /Omnívoro	Juveniles: plancton. Adultos: Medusas (jellyfish), peces pequeños, crustáceos y gusanos, materia orgánica no identificada
<i>Polydactylus virginicus</i>	II	Omnívoro	Crustáceos bénticos, invertebrados planctónicos, plantas terrestres, poliquetos
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	II	Omnívoro	Bivalvos, crustáceos, gasterópodos, juveniles de peces, sedimentos
<i>Prionotus punctatus</i>	III	Carnívoro	Camarones, cangrejos, otros crustáceos y peces
<i>Sciades proops</i>	II	Omnívoro	Cangrejos, camarones, langostinos, peces óseos, huevos y larvas de peces, insectos, gasterópodos, plantas terrestres y poliquetos
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	III	Carnívoro	Principalmente peces aunque puede consumir en pequeñas proporciones cefalópodos y camarones

ESPECIE	Grupo	Alimentación	Ítems alimentarios
<i>Scomberomorus cavalla</i>	III	Carnívoro	Principalmente peces aunque puede consumir en pequeñas proporciones cefalópodos y camarones
<i>Selene setapinnis</i>	III	Carnívoro	Crustáceos bénticos, calamares, sepias, peces óseos, invertebrados planctónicos
<i>Syacium gunteri</i>	II	Carnívoro	Anfípodos, camarones, langostinos, crustáceos planctónicos y anélidos
<i>Stellifer stellifer</i>	II	Omnívoro	Crustáceos, detritos
<i>Synodus foetens</i>	III	Carnívoro	Peces
<i>Trichiurus lepturus</i>	III	Carnívoro	Peces pequeños escómbridos y engráulidos. Los juveniles se alimentan de euphausidos, pequeños crustáceos planctónicos y peces pequeños. Los adultos se alimentan de peces y de vez en cuando calamares y crustáceos
<i>Umbrina coroides</i>	II	Carnívoro	Anfípodos, otros crustáceos bénticos, crustáceos planctónicos (miscidáceos)

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

I = Consumidores de primer orden; II = Consumidores de segundo orden; III = Consumidores de tercer y cuarto orden.

Figura 3-66 Hábitos alimenticios de las especies capturadas en cada período de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

A nivel de la estructura de la comunidad, la Tabla 3-43 expone los principales descriptores de la abundancia y la diversidad, los cuales se especializan en la Figura 3-67. De allí se destacan los siguientes aspectos:

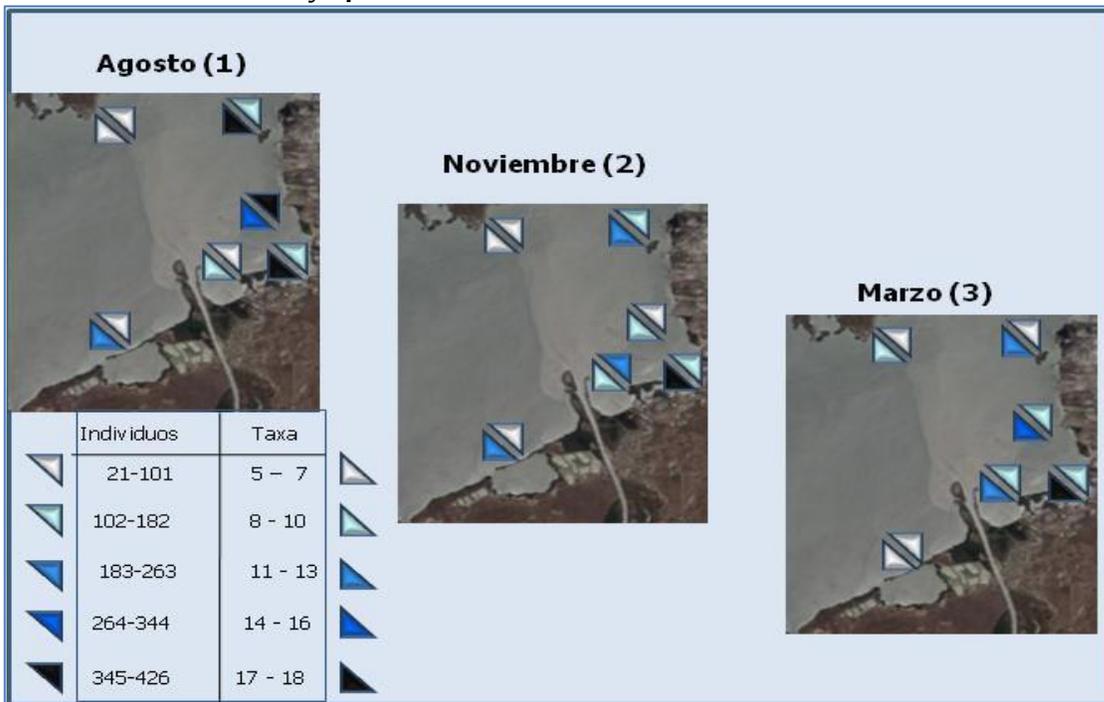
- Para los tres períodos el mayor número de especies se localiza sobre el costado oriental de la Bahía, donde se ubica el corredor industrial de Mamonal. Ello presupone que dicha área brinda mayores nichos ecológicos (rocas, manglares, bentos, plancton, menor profundidad, etc.).
- El número de taxa se reduce durante el período de lluvias.
- Hay reducción del número de individuos de transición a lluvias y a sequía.
- El índice de diversidad promedio entre estaciones es mayor durante la sequía (1.86) y menor durante las lluvias (1.46), situación que se corresponde con la equidad (0.75 frente a 0.63).
- La diversidad se muestra consistentemente mayor en la estación 8 (margen derecha del Canal del Dique) y consistentemente menor en la estación 1 (desembocadura del Canal).

Tabla 3-43 Descriptores de la estructura de la comunidad íctica por estación y época.

	Agosto 2007 (1)					
	E.1	E.3	E.7	E.8	E.9	E.10
No. Taxa	9	16	5	17	17	11
Individuos	47	426	21	105	124	53
Dominancia	0.36	0.36	0.37	0.11	0.19	0.22
I. Shannon	1.47	1.53	1.21	2.44	1.96	1.82
I. proporcionalidad	0.67	0.55	0.75	0.86	0.69	0.76
	Noviembre 2007 (2)					
	E.1	E.3	E.7	E.8	E.9	E.10
No. Taxa	10	8	6	18	11	12
Individuos	209	59	25	151	105	76
Dominancia	0.52	0.26	0.41	0.22	0.40	0.37
I. Shannon	1.10	1.58	1.22	1.98	1.33	1.57
I. proporcionalidad	0.48	0.76	0.68	0.69	0.55	0.63
	Marzo 2008 (3)					
	E.1	E.3	E.7	E.8	E.9	E.10
No. Taxa	13	16	10	18	11	7
Individuos	102	127	28	134	63	38
Dominancia	0.33	0.17	0.15	0.12	0.29	0.36
I. Shannon	1.58	2.12	2.08	2.38	1.65	1.36
I. proporcionalidad	0.62	0.76	0.90	0.82	0.69	0.70

Fuente: Estudio de la Bahía de Cartagena, INVEMAR 2008, ajustado por Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado. 2009.

Figura 3-67 Expresión espacial de la riqueza y la abundancia para la ictiofauna en cada estación y época de estudio.



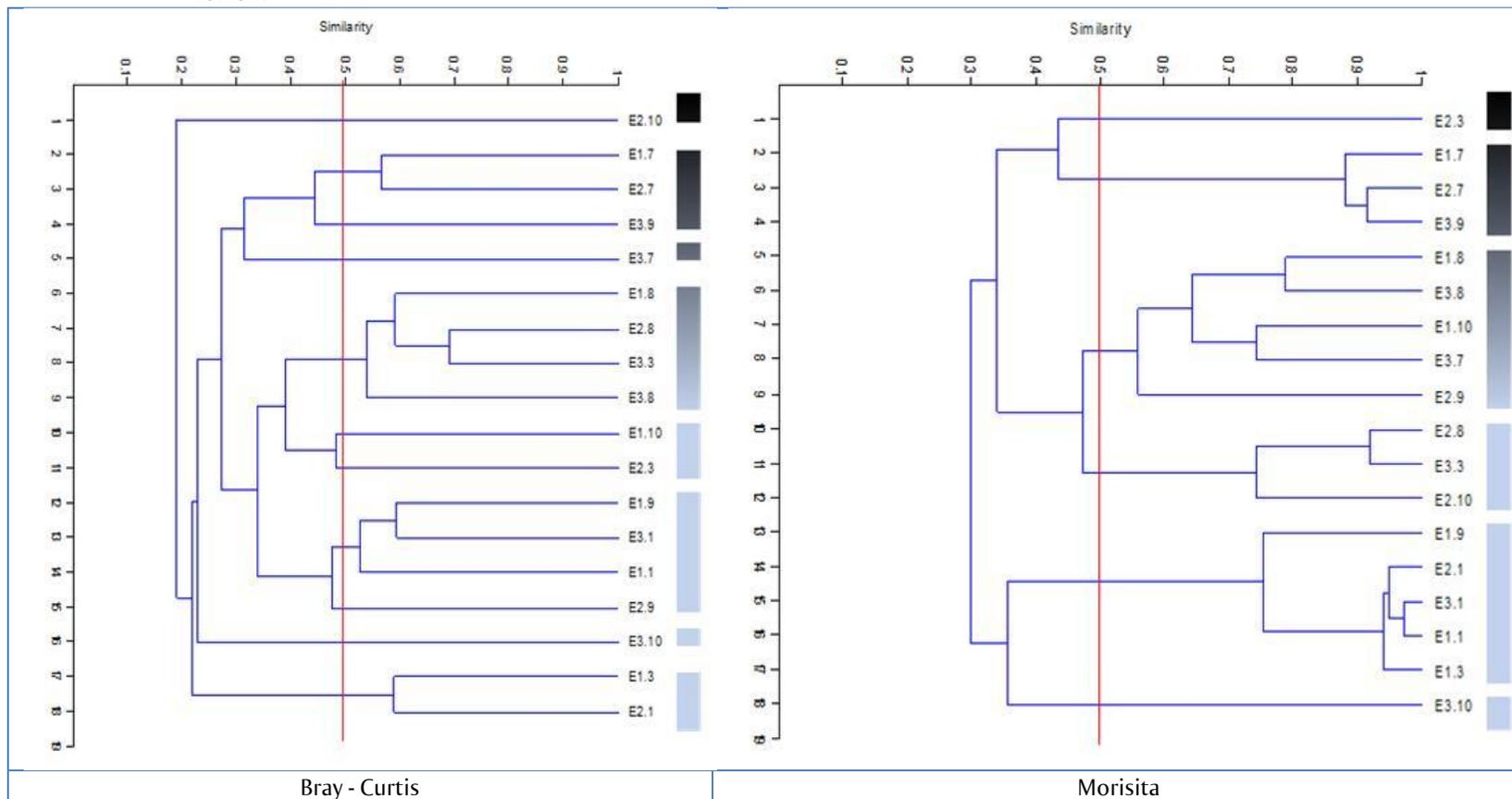
Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

La similitud espacial y temporal de la estructura de la comunidad se aprecia en los dendrogramas de la Figura 3-68 y se especializan sus resultados porcentuales en la Figura 3-69. Sobresalen las siguientes estaciones-períodos por la predominancia de las siguientes especies:

- *Pellona harroweri*: cerca al Canal del Dique, en cinco estaciones de diferentes períodos; muestra mayor distribución-importancia espacial durante transición.
- *Chloroscombrus chrysurus*: cerca al Canal del Dique, en tres estaciones durante lluvias y sequía.
- *Cathorops mapale*: muestra distribución amplia en la zona, sobresale en cinco estaciones durante los tres períodos.
- *Diapterus rhombeus*: se ubica sobre la zona norte, importante en una estación en cada período.
- *Isopisthus parvipinnis*: en una sola estación y período, sobresale en el extremo sur de la Bahía durante sequía.
- *Opisthonema oglinum*: en una sola estación y período, en el costado oriental de la Bahía durante lluvias.

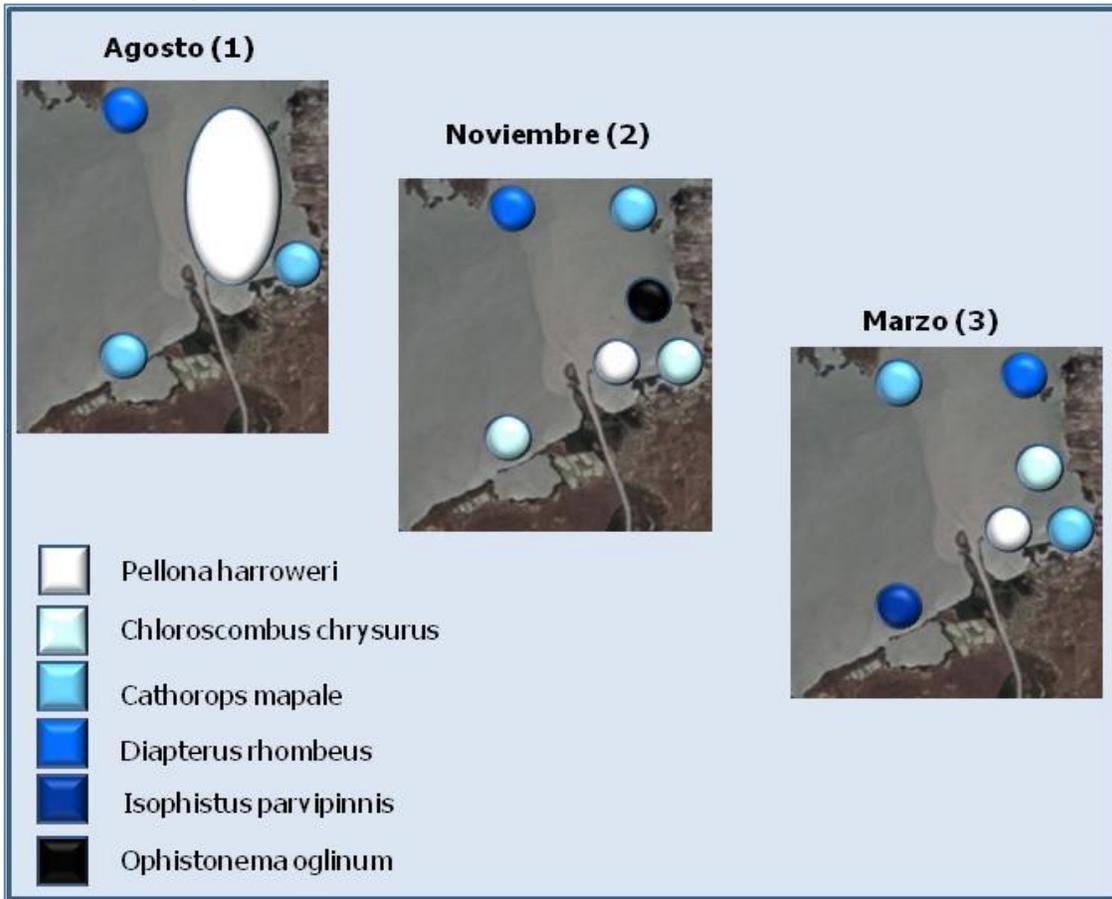
A grandes rasgos, las agrupaciones se dan mayormente por la ubicación de las estaciones en el área de estudio, que por similitud temporal, es decir, que para cada período, la estructura varía notoriamente entre estaciones y en ello juega un papel esencial la movilidad de las especies, condición que les permite ubicarse bajo las condiciones ambientales que les resultan más apropiadas.

Figura 3-68 Análisis de clasificación para las capturas (Bray-Curtis) y las capturas relativas (Morisita) de la comunidad íctica.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

Figura 3-69 Expresión espacial de la estructura de la ictiofauna durante los tres períodos de estudio.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

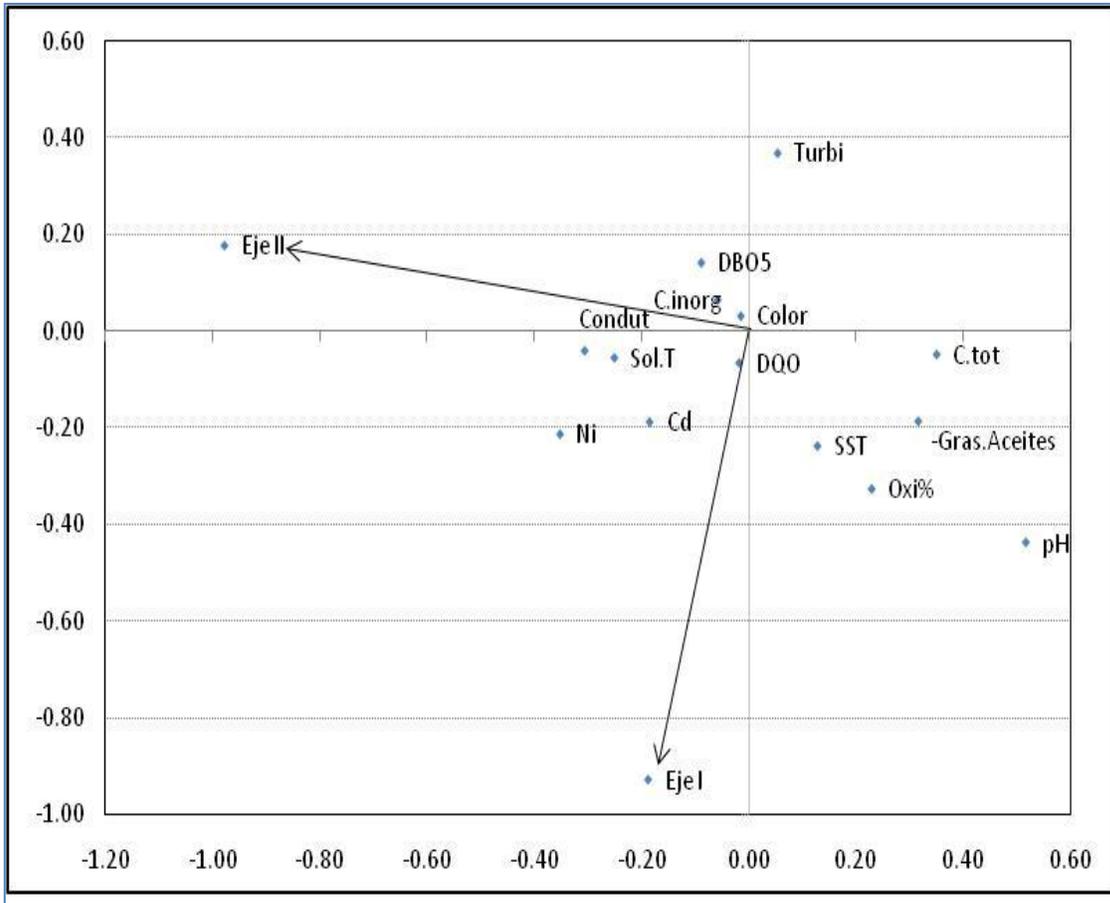
En cuanto a las variables fisicoquímicas que pueden estar ejerciendo mayor efecto en la estructura de la comunidad, se identificaron a través de los análisis de correlación-regresión entre las variables fisicoquímicas y los ejes de ordenación, a la profundidad, el pH, el nivel de saturación del oxígeno y el níquel, como variables relacionadas significativamente (Tabla 3-34). Es importante aclarar no obstante, que este tipo de análisis muestra relación o concatenación entre las variables y no necesariamente causación. El análisis canónico con las capturas (ordenación por coordenadas principales mediante el índice de Bray-Curtis), no muestra por su parte, una asociación clara entre la comunidad y las variables fisicoquímicas (Figura 3-70).

Tabla 3-44 Correlación entre los ejes de ordenación de la ictiofauna y las variables fisicoquímicas en las aguas.

	Bray - Curtis		Morisita	
	I	II	I	II
Profundidad	-0.42	<u>0.59</u>	0.21	<u>-0.61</u>
Temperatura	0.15	-0.33	-0.08	0.20
Conductividad	0.09	0.29	0.29	-0.24
pH	0.42	<u>-0.49</u>	-0.03	<u>0.70</u>
Oxígeno (%)	0.28	-0.28	-0.08	<u>0.50</u>
Carbono inorgánico	-0.05	0.02	-0.35	-0.19
Carbono total	0.10	0.24	0.02	0.02
Cadmio	0.24	0.16	0.31	0.33
Níquel	0.28	0.30	<u>0.57</u>	0.21
Color	-0.05	0.07	-0.08	0.13
Sólidos totales	-0.02	-0.35	-0.10	0.18
Sólidos suspendidos totales	0.21	-0.17	-0.02	0.27
Turbiedad	-0.37	0.02	-0.13	-0.15
DBO5	-0.12	0.11	0.06	-0.28
DQO	0.07	0.00	0.19	-0.07
Grasas y Aceites	0.12	-0.35	-0.07	0.10

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.
Subrayado: coeficientes significativos al 95% de confianza.

Figura 3-70 Análisis de correlación canónico entre los 2 primeros ejes de las coordenadas principales de la ictiofauna (capturas) y las variables fisicoquímicas.



Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., análisis multivariado, 2009.

En función de lo anterior, se puede concluir que en lo atinente a la ictiofauna, esta comunidad muestra un alto número de individuos junto con alta riqueza y diversidad, la cual se evidencia más a la luz de la utilización de un único arte de pesca (trasmallo). Este hecho refleja la existencia de un conjunto amplio de nichos ecológicos, la cual se expresa entre otros, bajo diversos hábitos alimenticios. Los mismos parecen potenciarse cerca de Mamonal quizá por una mayor variación de hábitats y sustratos.

La comunidad no obstante, está prácticamente centrada en sólo siete especies que acaparan la casi totalidad de las abundancias y la biomasa, y éstas muestran variaciones espaciales y temporales importantes, fenómeno que refleja las condiciones de un medio altamente cambiante. Estas especies exhiben por demás, los mayores niveles de tolerancia de la comunidad, lo que indica la enorme importancia de esta condición en dicho medio.

Nuevamente se destaca el papel del Canal del Dique sobre las condiciones abióticas de la Bahía, así como la respuesta de la comunidad ante éste, condición que se refleja en gradientes espaciales en los que, de manera general, hay reducción de la estructura (individuos, especies, diversidad) en inmediaciones de su desembocadura, así como durante los meses de lluvias.

Las variaciones temporales juegan un papel menor que las espaciales, si bien incide notoriamente en la reproducción de las distintas especies, con variaciones a lo largo del ciclo anual que no permiten definir un patrón reproductivo único.

De las variables ambientales que reflejan relación con la estructura de la comunidad, se destacan la profundidad y el oxígeno; la primera por cuanto puede proveer en zonas pandas más hábitat y hábitos alimenticios, y la segunda porque el oxígeno ha mostrado en numerosos estudios, ser una variable estrechamente ligada con las comunidades de peces.

3.4 Medio socioeconómico

3.4.1 Lineamientos de participación

Dentro de los lineamientos de participación ciudadana en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo del proyecto de construcción y operación del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena S.A., se tuvieron en cuenta varios niveles, tales como líderes de las comunidades y de las asociaciones de pescadores que rodean el área industrial de MAMONAL por una parte, por otra gremios, universidades y el sector industrial; también se realizaron reuniones con la alcaldía, la EPA, la Gobernación, CARDIQUE e instituciones tales como Defensoría del Pueblo, Personería Municipal, Procuraduría Delegada para el Medio Ambiente, entre otras. En las reuniones se presentó el proyecto, su alcance, el proceso de construcción y de operación del mismo y el Estudio de Impacto Ambiental junto con las medidas diseñadas para prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos socio ambientales del mismo. Se escucharon comentarios, se respondieron inquietudes y se recogieron criterios que pudiesen enriquecer la identificación y evaluación de impactos, así como sus medidas de manejo, tal y como consta en las Actas que se adjunta en el Anexo 3-6.

Este proceso se realizó por medio de reuniones con cada uno de los grupos así:

Primer grupo: LOCAL.

- Alcaldía de Cartagena: Invitando a la señora Alcaldesa, las secretarías de Salud, de movilidad, de planeación, de educación, de competitividad, la EPA.
- Personería Distrital.
- Defensoría del pueblo.

Segundo grupo, REGIONAL.

- CARDIQUE: Invitando al señor Director, al señor Subdirector de Calidad Ambiental y todo el personal que la Corporación considere.
- Procuraduría Delegada de medio ambiente.
- Gobernación: Invitando al señor Gobernador, al señor Coordinador ambiental, al señor Coordinador de desarrollo económico.
- DIMAR: Invitando al señor Director.
- CIOH: Invitando al señor Director.
- Capitanía de Puerto

Tercer grupo, INDUSTRIA Y ACADEMIA.

- ANDI.
- FUNDACION MAMONAL.
- Cámara de Comercio de Cartagena.
- ACOPI.
- ACIEM seccional Bolívar. (Asociación Colombiana de Ingenieros Mecánicos).
- UNIVERSIDADES: Universidad Tecnológica de Cartagena, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Universidad de Bolívar.
- SENA.
- CIFEN.
- Observatorio de Cartagena como vamos.
- Observatorio del Caribe.

Cuarto grupo, LIDERES COMUNALES.

- Ediles de la Comuna.
- Alcalde de la Localidad Industrial y de la Bahía.
- Líderes comunitarios.
- Líderes de Asociaciones de pescadores del área de la Bahía.

En ese orden de ideas, y revisando las actas de asistencia y cumpliendo con los lineamientos de participación ciudadana, se realizaron 4 reuniones, para presentar el proyecto y discutir sus impactos y medidas de manejo, contenidas en el Plan de Manejo Ambiental. Las reuniones se realizaron con los siguientes públicos:

1. Representantes de las entidades públicas ambientales del nivel regional, funcionarios de CARDIQUE, CIOH - Escuela Naval.
2. Funcionarios de las entidades públicas del orden distrital: Secretarías de Planeación Distrital, Secretaría de Participación Ciudadana – Proyectos empresariales, Establecimiento Público Ambiental – EPA Cartagena, Capitanía del Puerto, Curaduría Urbana No. 1, Contraloría Distrital, Procuraduría Ambiental y Agraria de Cartagena,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Concejo Distrital de Cartagena. Funcionarios de la Gobernación de Bolívar, de la Procuraduría General Ambiental y Agraria, de la Contraloría General de la República y de la Policía Nacional.

3. Comunidades: juntas de acción comunal industrial de la Bahía, Ecopetrol, Alcaldía de la calle, Coomulpers Libertador, Junta Comunal Barrio policarpa, docentes institución educativa 20 de julio, Mecor, Reficar, Aculpaz, Junta de Acción Comunal Pasacaballos, Fundación Ceballos Integral, Construmet Ltda, Precoorinal, Habitante Pasacaballos, Edil localidad #3.
4. GREMIOS. Cámara de comercio de Cartagena, Zona Franca de la Candelaria, Universidad San Buenaventura, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Observatorio del Caribe Colombiano, Universidad Tecnológica de Bolívar, Tecnimar, Intertug S.A., Muelles el bosque S.A., Ecopetrol, ANDI Bolívar, SENA, Observatorio Urbanos Universidad San Buenaventura, CBI, Piccar Ltda, Aciembol.

Estas reuniones contaron con un total de ciento tres (103) participantes.

Entre las principales inquietudes planteadas por los participantes en las reuniones se tienen los siguientes temas:

1. Temores por contaminación a la atmósfera debida a emisiones al aire durante el proceso de transporte hasta el sitio de cargue de los buques. Se aclaró que el sistema de transporte será a través de bandas encapsuladas. también se respondieron preguntas sobre el impacto acumulativo de las emisiones atmosféricas en la ciudad informando sobre los análisis realizados de calidad de aire para la ampliación de la refinería y el mejoramiento de las condiciones ambientales de las nuevas tecnologías a utilizar en ella.
2. Temas referentes al acceso y tráfico de los buques a la bahía. Se dieron las aclaraciones técnicas del caso, pues esto fue un factor fundamental en el diseño del muelle.
3. Se trataron temas referentes a los beneficios del proyecto para la ciudad. Se aclararon cifras de impuestos a pagar a la ciudad, de inversión social voluntaria de Reficar a través de ECOPETROL S.A. y sobre las políticas de responsabilidad social de la empresa.
4. También se brindó información sobre los programas de apoyo a la comunidad que se adelantan, en que comunidades, áreas e inversiones.
5. Uno de los temas de mayor inquietud entre los participantes fue el del empleo a generarse y las posibilidades para la población local. Se dio toda la información referente a los sistemas de selección y capacitación de personal a través del SENA y el CIFEM. De igual forma se aclaró que para compras de bienes y servicios locales se trabaja en conjunto con la ANDI, Cámara de Comercio y ACOPI. Para el fortalecimiento de la gestión institucional se trabaja con ECOPETROL y Fundación Mamonal. También se mencionó el Convenio con actuar Bolívar y con Fundación Mamonal.
6. El incremento del tráfico marino por la construcción de otro muelle cercano, fue otra de las preocupaciones tratadas. Se aclaró que si es del caso se realizarán las coordinaciones pertinentes.

7. Se discutió ampliamente el tema de la presencia de pescadores en la bahía y los impactos posibles para ellos. Se aclaró que la pesca en esta zona tiene una veda por contaminación de las aguas desde los años 70. Adicionalmente que la refinería y su muelle se localizan en una zona industrial declarada en el POT y se informó sobre la posibilidad de apoyar este gremio con programas o proyectos que sean presentados por ellos, así como sobre la existencia de programas ya en curso ejecutados por otras instituciones como Actuar Bolívar, etc.
8. En cuanto a los riesgos para la bahía por derrames y accidentes en los buques, se aclararon las responsabilidades, pólizas, plan de contingencia y demás aspectos que habían sido tenidos en cuenta en el EIA y PMA.

En términos generales, se dio respuesta satisfactoria a las preguntas e inquietudes y se contó con una buena participación del público. Es importante aclarar que aunque las reuniones versaron sobre el muelle, muchas de las preguntas hicieron referencia a la refinería puesto que este proyecto es el más importante para la ciudad y la región en los próximos años y atrae la atención de todo tipo de público.

Área de influencia indirecta

Para los fines del proyecto de construcción del Terminal Portuario de la Refinería de Cartagena, complementario de la misma para los fines de su modernización y mejoramiento integral y conforme se analizó y describió en apartes previos del presente estudio, el área de influencia indirecta la constituye el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias que cumple una función importante como puerto colombiano. Esta área se establece por las relaciones que se generan entre el proyecto tanto en su etapa constructiva como operativa con la ciudad, tales como: consumo de bienes y servicios, demanda de servicios públicos y sociales, generación de impuestos portuarios, de ICA, etc., coordinación del plan de contingencia con el CLOPAD y generación de empleo para los cartageneros, entre otras. Dentro del área de influencia indirecta se resalta, la relación del puerto con el área industrial de MAMONAL, en donde se localizan otros puertos que sirven a otras empresas presentes en el sector.

Área de influencia directa

El área de influencia directa del puerto es el área marítima contenida en la Bahía de Cartagena, que incluye el canal de acceso al puerto, área de fondeo y área de atraque en el muelle más la proyección de la concesión portuaria en la línea de costa, debido a que la totalidad de la actividad portuaria se desarrollará en este sector, por la entrada y salida de buques, tal y como sucede con los demás puertos existentes, incluidos los de la Sociedad Portuaria de Cartagena.

3.4.2 Dimensión demográfica.

Área de influencia indirecta

Localización: El Distrito de Cartagena de Indias está localizado al norte de la República de Colombia, sobre el Mar Caribe. Es la capital del Departamento de Bolívar, se encuentra a una distancia aérea de 600 kilómetros y por carretera de 1.204 Km. de Bogotá, capital de Colombia, a 89 de Barranquilla, 233 de Santa Marta, y 705 de Medellín. Limita al norte con el mar Caribe, al sur con el municipio de San Onofre, al este con Santa Catalina, Santa Rosa, Turbaco y Turbaná y al oeste con el mar Caribe. Tiene una extensión de 609.1 Km². Está compuesto por una serie de islas, penínsulas y cuerpos interiores de agua que conforman el área insular y está el área continental. Estas condiciones y la presencia de los cuerpos de agua, hacen de Cartagena una ciudad con características morfológicas especiales y de un hermoso paisaje natural, pero al mismo tiempo integran un sistema de gran fragilidad ambiental.

Dinámica del poblamiento: en la etapa prehispánica, diversas tribus indígenas estaban establecidas en el territorio que bordea la Bahía de Cartagena. Durante el descubrimiento, inicialmente el territorio fue explorado por Rodrigo de Bastidas en 1501 y luego conquistado por Pedro de Heredia, quien derrotó al cacique Carex (asentado en Tierrabomba), quien tenía como aliados a los señores de los pueblos de Maparapá, Cocón y Conspique. Se deduce entonces que los pueblos conformaron una organización política en la que se estaba definiendo un señor principal y una organización jerárquica o vertical a partir de los cacicazgos⁸². En la colonia, desde 1535 hasta 1625 varias misiones religiosas se establecieron en la ciudad, construyendo iglesias y conventos que fueron decisivas en la consolidación y el contexto urbanístico de la ciudad. Hacia principios del siglo XVI existían varias poblaciones ancestrales, en Calamarí (parece ser la actual zona alta del barrio de San Diego), en la isla de Tierrabomba y en el extremo sur de la Bahía, donde dominaba el cacique Carón. Otros asentamientos se determinaron por el potencial de oferta de recursos naturales, uno en la cangrejera (hoy es el barrio de Crespo), una comunidad de pescadores en Manga y otra en inmediaciones de Albornoz⁸³.

Por su función de puerto, en Cartagena se concentraron enormes riquezas provenientes de la Nueva Granada, el virreinato del Perú y de otras colonias españolas. Fue por este puerto que ingresaron a América la mayor cantidad de esclavos africanos, traídos por los españoles para reemplazar la mano de obra indígena, que estaba en decadencia debido a su exterminio por las guerras y enfermedades. Por ello, la ciudad fue dotada con el sistema

⁸² Cartagena: Ambiente y Desarrollo, consideraciones para una gestión integral, Pontificia Universidad Javeriana y otros, 1993

⁸³ Ibid

de fortificaciones defensivas más extenso e imponente de todas las ciudades que se fundaron en el nuevo mundo, se construyeron las murallas y los baluartes como Santa Catalina, San Lucas, Santiago y San Pedro, con lo que la ciudad quedó totalmente protegida de ataques (incluyendo a Getsemaní). En el siglo XVIII se construyó el fuerte de San Fernando que junto con la fortaleza de San Luis se localizan en Bocachica a la entrada de la Bahía. También se construyó uno de los conjuntos de edificios más representativos del período colonial en el Caribe. Hoy en día, son patrimonio cultural e histórico de la humanidad y uno de los principales factores que impulsa el turismo.

Históricamente, la ciudad se ha ido poblando con dos tendencias: i) la primera se relaciona con el proceso mismo de la conquista española, donde se dio una concentración urbana por fuera de la zona amurallada en el siglo XV, que aún hoy se mantiene, y ii) la segunda, es la población rural que ha llegado a la ciudad buscando refugio y oportunidades, fenómeno migratorio que se ha presentado desde las circunstancias de la esclavitud, especialmente hacia el Cerro de la Popa, en la zona urbana, y hacia el Canal del Dique, en la zona rural. Cartagena cuenta con un alto porcentaje de población afrocolombiana; no obstante, desde los tiempos de la conquista se ha dado un alto grado de mestizaje, dando origen a un significativo número de mulatos, zambos y mestizos, si bien, prevalece la población afrocolombiana en la ciudad. Con el reciente auge de la construcción y con el desarrollo de proyectos urbanísticos y habitacionales en la ciudad, se reafirma en la región esta tendencia de concentración urbana, que se impulsa en concordancia con la vocación industrial, portuaria, comercial y turística de la ciudad.

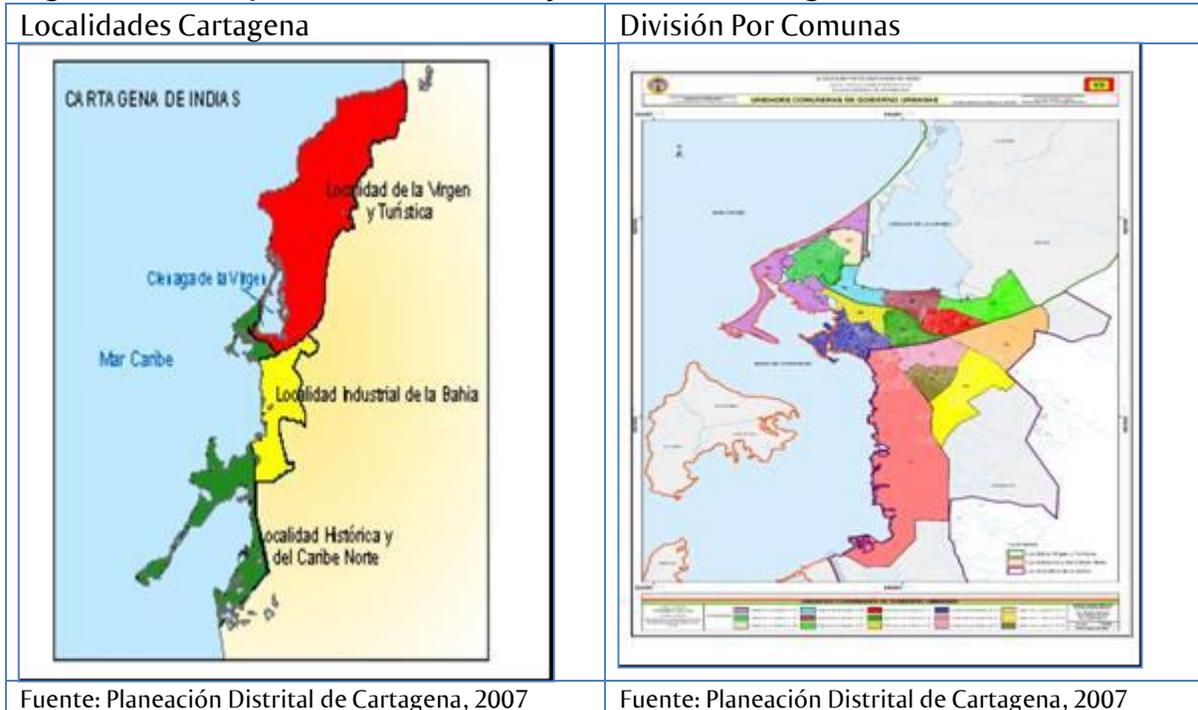
Por las características de la ciudad, su clima y desarrollo turístico, un sector importante de población foránea (nacional e internacional), ha comprado propiedades que visita esporádicamente, principalmente durante la temporada de vacaciones, constituyéndose en una población flotante que interfiere con la dinámica local, por lo menos durante los meses de abril, junio – julio y diciembre – enero.

La delimitación del ente territorial, municipio de Cartagena, capital del departamento de Bolívar, tuvo su origen en 1923. En esta ocasión a Cartagena se le asignan sus agregaciones pero no se le definieron sus límites. El Distrito Cultural y Turístico de Cartagena de Indias, fue erigido como tal mediante el Acto Legislativo N° 1 de 1987. Dos años antes, en 1985, había sido declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO.

División territorial: Con la aprobación de la ley 768 de 2002, referente legal para la implementación de las alcaldías locales, a través del Acuerdo 006 de 2003 se dividió el territorio del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias en tres (3) localidades como divisiones administrativas así: Histórica y del Caribe Norte, de la Virgen y Turística y la Industrial de la Bahía. Se reglamentó con el decreto 0581 de 2004, con la subdivisión de

las localidades en 15 Unidades Comuneras de Gobierno Urbanas y Una Rural. (Ver Figura 3-71).

Figura 3-71 Mapas de las localidades y comunas de Cartagena.



Composición de la población: La población de Cartagena presenta tasas de crecimiento mayores a las del país. Mientras entre 1905 y 1951 la población de Colombia creció 178%, la de Cartagena lo hizo 1231%, es decir, 9 veces el crecimiento del país. En el período 1951 – 1973 la tasa en Cartagena fue de 170% y en el período 1973 – 2004 fue de 165% mientras en la país fue 100%. (Ver Tabla 3-45 Crecimiento Poblacional),

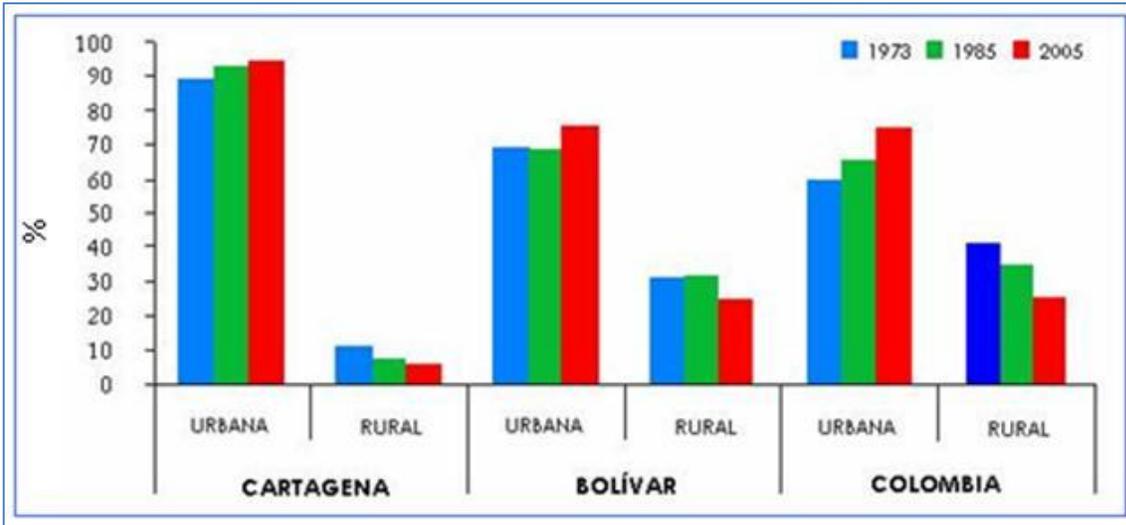
Tabla 3-45 Crecimiento Poblacional

PERIODO	CARTAGENA	COLOMBIA
1905-1951	1231 %	178 %
1951-1973	170 %	95 %
1973-2004	165 %	100 %

Fuente: Cálculo con base en datos de los Censos-DANE.

Como ocurre en las grandes ciudades del país, la distribución de población urbano/rural en Cartagena es bastante diferenciada, con una mayor concentración urbana. (Ver Figura 3-72)

Figura 3-72 Participación urbana-rural



Fuente: Cálculos con base en datos de Censos y proyecciones-DANE

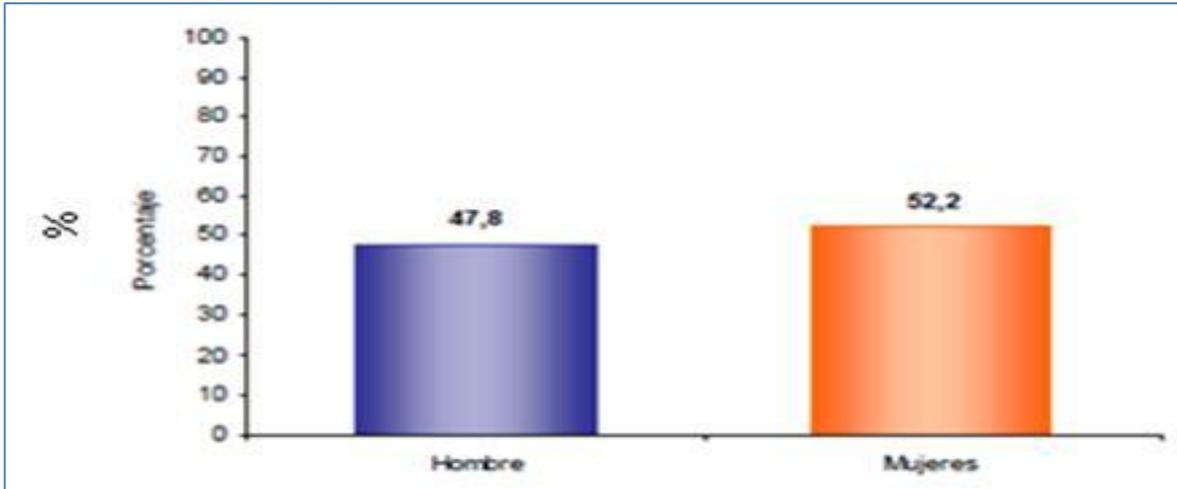
El censo de Población del DANE del 2005 indica que la población de Cartagena asciende a un total de 895.400 habitantes, con 845.801 ubicados en la cabecera y 49.599 en la zona rural. En la composición de la población de Cartagena por edades, se observa que en el 2005 un 35.7% de la población constituyen niños y jóvenes menores de 17 años, de acuerdo con la Tabla 3-46. Por otra parte, el 47.8% de la población pertenece al género masculino, siendo ligeramente inferior al porcentaje del género femenino, tal y como se puede observar en la Figura 3-73.

Tabla 3-46 Estructura de población por edades

RANGOS DE EDADES	1999	2004	2005
MENOS DE 5 AÑOS	11.21	10.31	10.13
5-6 AÑOS	4.35	4.06	3.97
7-11 AÑOS	10.28	10.08	10.07
12-17 AÑOS	12	11.59	11.55
18-24 AÑOS	14.21	13.43	13.24
25 AÑOS Y MÁS	47.94	50.53	51.04

Fuente: Cálculos con base en datos del DANE 2005

Figura 3-73 Población por sexo

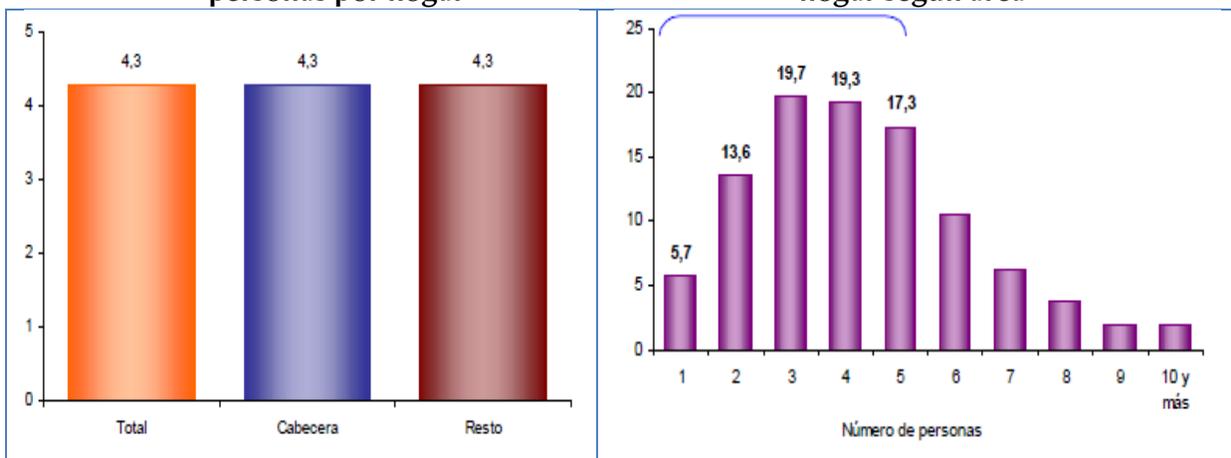


Fuente: Cálculos con base en datos del DANE 2006

Densidad Poblacional: Los datos sobre densidad poblacional indican que la cantidad de personas por kilómetro cuadrado en Cartagena es mayor que en el departamento y en el país. Cartagena en 2005 tenía una densidad de 1.570,8 habitantes/ ha. Entre los censos de 1993 y 2005, en Cartagena la densidad poblacional se incrementó en 36,36%. En tanto, en el departamento de Bolívar y en el país, el crecimiento de la densidad fue de 27,6% y 25,2% respectivamente.

Composición de los hogares: en las Figuras siguientes se pueden observar aspectos demográficos relacionados con la composición de los hogares en Cartagena:

Figura 3-74 Distribución número de personas por hogar **Figura 3-75 Promedio de personas por hogar según área**



Fuente: DANE. Censo 2005.

El promedio de personas por hogar en Cartagena es de 4,3, tanto en la zona urbana como en la zona rural. La prevalencia de grupos de hogar está dada en estructuras familiares de 2 a 6 personas, siendo mayor el número en las áreas rurales y en los sectores populares de la ciudad. La mayor parte de las viviendas son propias, pero un 27,3% del total son arrendadas, proporción que mantiene la tendencia nacional.

Natalidad: la tasa de natalidad en Cartagena está en un nivel medio (20 por 1.000 hab.) pero presenta altas tasas de mortalidad infantil; mientras en Cartagena ésta se mantiene alrededor de 40 por 1.000 nacidos vivos, la tasa nacional para el 2003 era de 25.6 por 1.000 nacidos vivos. (Ver Tabla 3-47).

Tabla 3-47 Tasa Bruta de Natalidad y Mortalidad

Año	Tasa Bruta de Natalidad x1000 Hab.	Tasa Bruta de Mortalidad x 1000 Hab.
2000	21.95	50.86
2001	22.04	48.40
2002	22.12	46.55
2003	22.43	40.78
2004	21.93	35.06

Fuente: Planeación DADIS, corte a Mayo del 2006.

Mortalidad: la información presentada se basa en el informe de la Oficina Operativa de Vigilancia Epidemiológica del distrito de Cartagena, que muestra que: “se reportaron un total de 3.525 muertes en el distrito en el año 2006, de las cuales, el 54% correspondió al sexo masculino y el 45.6% al femenino.”⁸⁴. La población masculina está más propensa a morir por violencia, enfermedad cardíaca y accidentes de tránsito (especialmente en motocicletas), y las mujeres tienen mayor riesgo de muerte durante la gestación, por enfermedades crónica y muerte accidental. (Ver Tabla 3-48 y Tabla 3-49)

Tabla 3-48 Mortalidad por sexo

Masculino	1.904	54.0%
Femenino	1.607	45.6%
Indeterminado	14	0.39%
TOTAL	3.525	100

Fuente: Planeación DADIS, 2007

⁸⁴ AMARIS T., Marcela y otros. Comportamiento de los Eventos Bajo Vigilancia Epidemiológica. Departamento Administrativo Distrital de Salud de Cartagena de Indias – DADIS. Dirección Operativa de Salud Pública, 2007. 49 Págs.

Tabla 3-49 Diez Primeras Causas de Muerte

No.	Enfermedad	No. de Muertes	%
1	Hipertensión esencial (primaria)	540	15%
2	Infarto agudo del miocardio, sin otra especificación	331	9%
3	Neumonía bacteriana, no especificada	302	9%
4	Disparo de arma corta: calles y carreteras	295	8%
5	Septicemia estreptocócica, no especificada	259	7%
6	Hipoxia intrauterina	215	6%
7	Sepsis bacteriana del recién nacido, no especificada	145	4%
8	Insuficiencia renal aguda, no especificada	114	3%
9	Enfermedad por virus de inmunodeficiencia humana (VIH),	103	3%
10	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, no especificada	104	3%
Total		3.525	100%

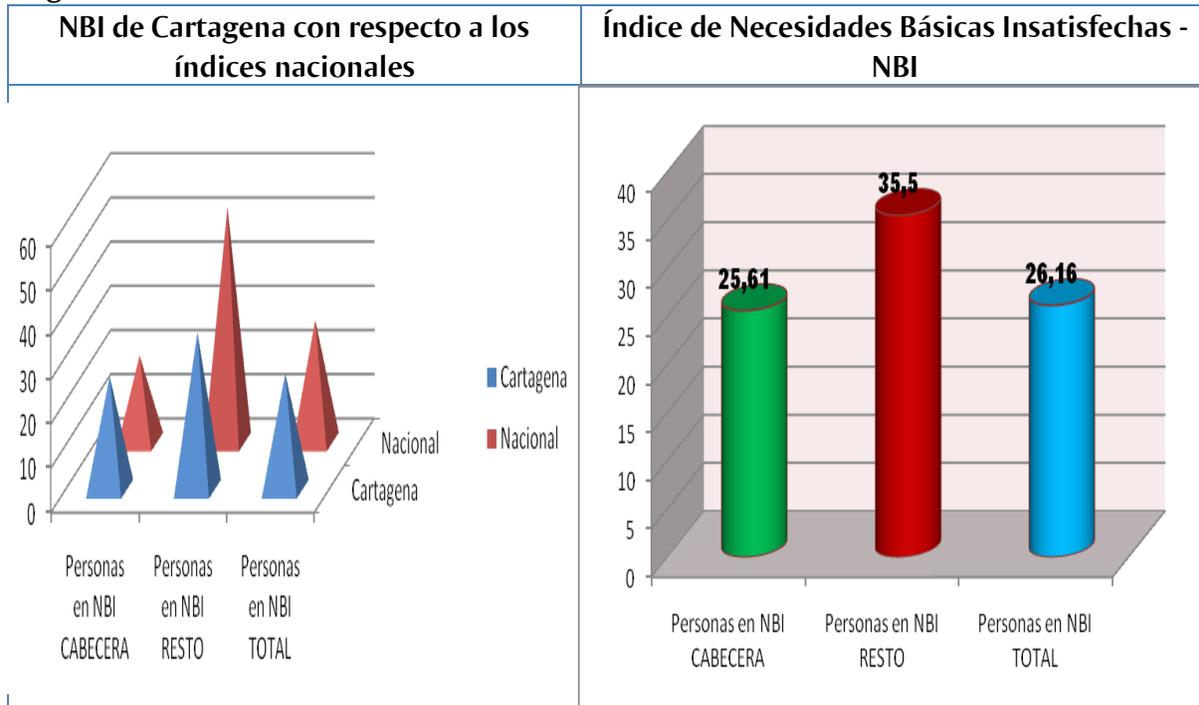
Fuente: Planeación DADIS, 2007.

Se resalta que, uno de los factores más importantes se presenta en la incidencia de muertes causadas por disparo de arma corta, el cual pasa de ocupar el sexto lugar en el año 2005 a ocupar la cuarta causa de muerte en el 2006. Otro aspecto importante lo representa la presencia de muerte por infección del Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH), como novena causa de muerte con una incidencia de 9.62.⁸⁵

Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas: El DANE reporte un NBI general del 25.61%, correspondiendo a la zona urbana el 35.50% y a la zona rural el 26.16%. Este indicador muestra el número de hogares con deficiencia en al menos un servicio público. Se resalta que estos indicadores para la ciudad de Cartagena son ostensiblemente más altos que la media nacional para la cabecera municipal.

⁸⁵ DADIS, Ibid. Pág. 46 -49.

Figura 3-76 Necesidades Básicas Insatisfechas



Fuente DANE.

SISBEN: El SISBEN expresa la pobreza de la población, según el porcentaje de población vinculada al régimen subsidiado, lo cual se encuentra por encima del 50%. Mientras en 1998, el porcentaje de pobres era del 61% para el año 2002 este indicador aumentó al 71%. A diciembre de 2006, 767.092 habitantes se encuentran registrados en los diferentes niveles de SISBEN, según la Tabla 3-50

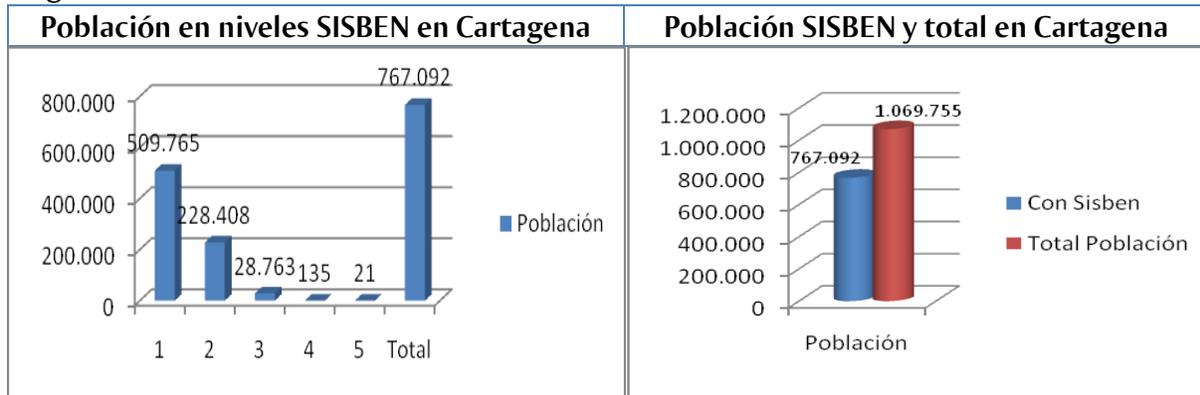
Tabla 3-50 Clasificación del SISBEN⁸⁶.

Nivel de SISBEN	Población
1	509.765
2	228.408
3	28.763
4	135
5	21
Total	767.092

Fuente: Oficina de seguridad social DADIS.

⁸⁶ DADIS, Óp cip,

Figura 3-77 Distribución del SISBEN



Fuente: Oficina Seguridad Social-DADIS.

De los **895.400 habitantes con que cuenta Cartagena**, 722.854 se encuentran reportados como cubiertos por el SISBEN en los 3 niveles, siendo el nivel 1 el que cuenta con mayor número de habitantes afiliados. Los datos por localidad y Unidad Comunera de Gobiernos se pueden observar en la Tabla 3-51.

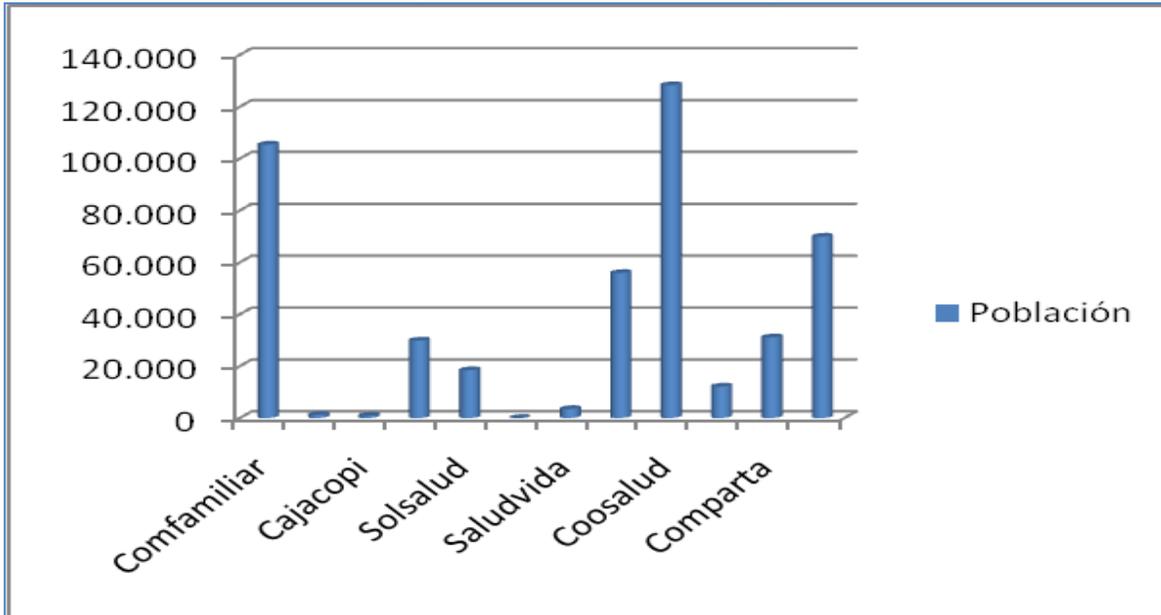
Tabla 3-51 Niveles SISBEN por Localidades

LOCALIDAD	UCG	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	RESTO	TOTAL
LH LOCALIDAD HISTÓRICA	1	612	658	292	12	1.574
	2	40.461	14.739	1.734	12	56.946
	3	27.041	14.575	2.738	0	44.354
	8	5.677	24.897	2.385	12	32.971
	9	14.029	14.105	5.356	4	33.494
	10	14.573	20.892	5.143	70	40.678
	Rural	19.100	478	15	5	19.598
TOT/LH		121.493	90.344	17.663	115	229.615
LI LOCALIDAD INDUSTRIAL	11	24.428	3.300	668	9	28.405
	12	2.389	14.991	6.313	0	23.693
	13	12.235	9.930	487	9	22.661
	14	46.213	23.342	1.296	25	70.876
	15	27.851	19.689	1.017	4	48.561
	Rural	15.317	676	7	0	16.000
TOT/LI		128.433	71.928	9.788	47	210.196
LV LOCALIDAD CIENAGA DE LA VIRGEN	4	45.576	17.819	410	0	63.805
	5	49.440	9.852	729	5	60.026
	6	91.437	3.677	203	0	95.317
	7	8.165	21.604	1.484	6	31.259
	Rural	30.091	2.427	118	0	32.636
TOT/LV		224.709	55.379	2.944	11	283.043
GRAN TOTAL		474.635	217.651	30.395	173	722.854
		65,66%	30,11%	4,20%	0,02%	

Fuente: Secretaria de Planeación (Sistemas de Información- SISBEN) 2006.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Figura 3-78 Afiliaciones al Régimen Subsidiado en Cartagena



Fuente: Oficina Seguridad Social-DADIS, 2007

Estratificación socioeconómica: según la estratificación, el 80% de las viviendas se encuentran en los estratos 1, 2 y 3; si bien, distribuidos en toda la ciudad hay una concentración en las zonas norte, suroriental y suroccidental. Sólo el 4% de las viviendas pertenecen al estrato 6 y se ubican en la zona norte. Los estratos 4 y 5 se encuentran en diferentes zonas de la ciudad, registrando un 15% del total⁸⁷. (Ver Tabla 3-52).

Tabla 3-52 Estratificación socioeconómica

ESTRATO	URBANO	%	RURAL	%	% TOTAL
1	423,011	39,54	63,933	37,84	38,70
2	334,009	31,22	51,451	30,45	31,00
3	215,875	20,18	33,470	19,81	20,00
4	30,115	2,82	5,753	3,40	3,00
5	42,886	4,01	8,641	5,11	4,80
6	23,859	2,23	5,718	3,38	2,50
	1.069.755	100	168,967	100	100

Fuente: POT Cartagena 2001.

Con relación a la población flotante que genera el turismo, se debe tomar en cuenta que la distribución de estratos contabiliza aquellas viviendas que en términos generales no son

⁸⁷ Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de Indias, 2001

habitadas permanentemente, puesto que son sitios de descanso para períodos determinados al año. Este fenómeno aumenta los estratos 5 y 6.

Crecimiento poblacional. En la Tabla 3-53 se puede observar el crecimiento poblacional proyectado por el DANE para el 2011, que en un lapso de 6 años representa 63.700 personas aproximadamente.

Tabla 3-53 Crecimiento poblacional proyectado a 2011

	2005			2011		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Total	892.545	428.154	464.391	956.181	460.938	495.243
0-4	88.418	45.023	43.395	85.300	43.522	41.778
5-9	89.977	45.302	44.675	87.748	44.329	43.419
10-14	88.192	44.704	43.488	91.343	45.719	45.624
15-19	86.682	43.112	43.570	89.130	45.228	43.902
20-24	86.943	41.276	45.667	84.838	42.495	42.343
25-29	76.165	35.852	40.313	83.404	39.860	43.544
30-34	65.229	30.774	34.455	73.204	34.596	38.608
35-39	63.394	29.355	34.039	61.789	29.307	32.482
40-44	60.017	28.092	31.925	60.199	27.852	32.347
45-49	49.621	22.895	26.726	59.179	27.551	31.628
50-54	37.853	17.742	20.111	50.850	23.320	27.530
55-59	29.691	13.663	16.028	38.820	17.987	20.833
60-64	21.006	9.587	11.419	30.008	13.700	16.308
65-69	17.397	7.686	9.711	20.855	9.376	11.479
70-74	13.426	5.753	7.673	15.700	6.752	8.948
75-79	9.019	3.700	5.319	11.999	4.833	7.166
80 Y MÁS	9.515	3.638	5.877	11.815	4.511	7.304

Fuente. DANE.

Desplazamiento: entre los años 1997 a 2003, la ciudad de Cartagena fue una de las principales receptoras de población desplazada, por las razones de violencia en toda la Costa Atlántica. Esto se debe a que los desplazados ven en la economía informal de Cartagena una fuente de trabajo e ingresos, especialmente en las actividades vinculadas al turismo⁸⁸. La ubicación de estos grupos de desplazados, especialmente en el barrio Nelson Mandela, genera presión sobre la estructura urbana de la ciudad y la prestación de servicios públicos. (Ver Tabla 3-54)

⁸⁸ Sección de movilidad humana. Sistema de información sobre población desplazada por la violencia en Colombia "RUT". Bolívar - Cartagena

Tabla 3-54 Ubicación de grupos desplazados y composición según grupos étnicos

GENERALIDADES			RANGOS DE EDAD EN AÑOS							
Zona Geográfica	Jefatura Familiar	Personas según Sexo	> de 2	3 a 6	7 a 13	14 a 17	18 a 45	46 a 64	65 y más	Ns/NR
POBLACIÓN REGISTRADA EN CTGA	3.757	18.317	1.521	2.487	3.821	1.697	6.906	1.292	402	191
%		100%	8,3%	13,6%	20,9%	9,3%	37,7%	7,1%	2,2%	1,0%
HOMBRES	2.498	9.106	764	1.248	1.986	844	3.292	651	220	101
MUJERES	1.259	9.211	757	1.239	1.835	853	3.614	641	182	90
Nelson Mandela	1.085	5.135	456	741	1.011	429	1.989	328	89	92
Santa Ana	55	288	26	44	49	19	118	25	7	-
Pasacaballos	18	87	7	7	16	5	44	6	-	2
20 De Julio	16	79	6	4	19	11	27	6	6	-
Ceballos	17	75	1	9	20	7	30	5	3	-
Tierra Bomba	4	13	3	-	-	2	6	1	1	-
Caño de Loro	1	3	-	-	1	-	2	-	-	-

Fuente: Sistema de información sobre población desplazada por la violencia en Colombia

Área de influencia directa

Pesca artesanal en la Bahía de Cartagena.

Es bien sabido que la Bahía de Cartagena originalmente era un ecosistema marino, pero que en la actualidad presenta características estuarinas impulsadas a partir de algunos cambios morfológicos producto principalmente por la apertura del Canal del Dique y como resultado del cambio del paisaje tradicional de sus zonas adyacentes, con el cual se le ha estado aportando significativamente aguas dulces a la Bahía de Cartagena llevándola así a su condición estuarina actual. A lo anterior se le suma, los extensos asentamientos humanos que han venido creciendo de forma desorganizada y sin responder a ningún criterio de planeamiento urbanístico y habitacional, el fortalecido turismo nacional e internacional en expansión principalmente en el costado occidental y nor-occidental de Cartagena y el crecimiento industrial que se concentra en el costado oriental de la Bahía, donde se reconoce que no obstante los logros obtenidos en años recientes en materia de ordenamiento muchas de estas actividades se han venido desarrollando sin los controles ambientales apropiados y son la causa principal de que la ciudad y por ende la Bahía de Cartagena presenten, no obstante las mejoras observadas en los últimos años. Un elevado deterioro ambiental y como consecuencia, una degradación en la actividad pesquera sobre la Bahía de Cartagena (Guzmán 2006).

Debido a estas transformaciones se ha ido abriendo paso una importante problemática ambiental, que se refleja en el deterioro ecosistémico y en el bajo desarrollo de diferentes sectores de la sociedad que dependen de los bienes y servicios que brinda la Bahía de Cartagena.

Existen tres grandes problemas en Cartagena que afectan directamente su bahía y el sistema hídrico en general, siendo este el objeto de deterioro de la calidad de sus aguas como resultado de las diferentes actividades que se desarrollan en sus márgenes.

- Aportes de sedimentos y la alta contaminación provenientes del río Magdalena a través del Canal del Dique, que amenazan con el bloqueo permanente de la actividad portuaria dentro de la bahía, ya que diariamente son vertidos cerca de 3700 toneladas de sedimento que se desplazan alrededor de 150m por año dentro de la misma (CARDIQUE 1993).
- La actividad industrial que a pesar de ser una carga dentro del contexto ambiental municipal, se ha desarrollado dentro de un escenario local que, no solo satisface a Cartagena y a sus habitantes que ven en su desarrollo una puerta a un mejor futuro, sino al sector económico del país. Este desarrollo sin embargo, causó en el pasado altos niveles de contaminación industrial generada a nivel local, misma que tuvo como fuente principal los aportes del Canal del Dique, en segunda instancia las descargas de aguas residuales domésticas y en tercer nivel, la zona industrial de Mamonal y el corredor industrial del Bosque, los cuales están localizados sobre la línea costera de la parte oriental de la bahía; sin embargo gracias al desarrollo de una conciencia ambiental por parte del estado y de los empresarios del corredor industrial de Mamonal, desde hace algunos años, se ha venido controlando esta situación al adoptar planes de contingencia, mitigación, tratamiento y disposición de los diferentes residuos industriales (Guzmán 2006).
- Contaminación de la bahía de Cartagena: Como parte del proceso de desarrollo de la actividad industrial variada de la zona de Mamonal, en 1977 se detectó la ocurrencia de descargas continuas y en general el vertimiento de mercurio de la Planta de Alkalís de Colombia hacia la Bahía, hecho que obligó a las autoridades del momento a tomar medidas preventivas tales como la Resolución 683 de junio 2 de 1977 que determinó una veda de pesca en la Bahía de Cartagena, en el marco de las acciones de atención a la problemática de contaminación generada, a la vez que limitó la pesca en la región de Cartagena para fines exclusivamente artesanales, hasta los bordes inferior de la bahía de Barbacoas y el norte de Punta Canoas, excluyendo de estos sitios y hasta las cinco millas mar afuera la pesca industrial.

Vale destacar que dicha resolución debía ser revisada con base en la realización de estudios de monitoreo espacio-temporales en la bahía, los cuales no se han realizado o avalado por las autoridades competentes, para determinar su validez o decidir su

revocatoria, con lo cual la veda de pesca continúa hoy en día vigente, no obstante reconocer que en la práctica, durante los 32 años transcurridos, dicha veda no ha sido cumplida a cabalidad por los pescadores artesanales, por reconocer su necesidad de pescar ocasionalmente para fines de subsistencia.

Sin embargo y a pesar de la prohibición arriba enunciada, la pesca artesanal viene siendo practicada dentro de la Bahía de Cartagena desde esa época por los pescadores de la región, con los consabidos riesgos para la salud de quienes consumen el producto de sus faenas. Es por esto, que a pesar de la existencia de la veda de pesca al interior de la bahía que a la fecha no ha sido revocada, este estudio dedica un aparte específico a la población de pescadores que desempeñan dicha labor de forma ilegal en el área de influencia del corredor portuario de la Bahía de Cartagena y en consecuencia, del puerto área de influencia del terminal portuario de Reficar, y poniendo en riesgo su salud y la de los consumidores de su producto. En la bahía de Cartagena la contaminación por mercurio, aunque baja en la actualidad, sigue apareciendo luego de varias décadas de cerrada Alcalis de Colombia, no obstante reconocer como se estableció en apartes anteriores, que en el desarrollo de los muestreos de sedimentos de fondo en la bahía, adelantados por el INVEMAR para los fines de las evaluaciones ambientales de la modernización de la refinería de Cartagena, no se estableció la presencia de mercurio a niveles detectables por métodos de laboratorio reconocidos y aceptados para el caso.

Por lo anterior, la población de pescadores que desarrolla su actividad dentro de la Bahía, no está determinada en número, como tampoco existe información sobre sitios de pesca ni sobre rutas de pescadores. Esta actividad la desarrollan de forma eventual, en la medida en que no cuentan con otras actividades productivas, asociándose entre varios pescadores del mismo lugar, alquilando una barca y saliendo una jornada a realizar su actividad.

Es probable que algunos de ellos pertenezcan a asociaciones de pescadores de la región y que estén carnetizados, pero no existe información secundaria confiable que permita identificarlos, como tampoco su lugar de origen ni el resultado de su actividad. Esta misma población de pescadores, puede desarrollar su labor en otros sitios, sea en el área de influencia del canal del Dique o mar afuera, dependiendo de las condiciones del tiempo y otras que garanticen una buena faena.

Conclusión Dimensión Demográfica.

En términos generales, la ciudad de Cartagena muestra unos indicadores muy bajos de calidad de vida para la mayoría de sus habitantes, a pesar de la importancia que tiene la ciudad por su función turística, cultural y portuaria, actividades económicas que deberían generar recursos importantes para cubrir cabalmente con los servicios públicos y sociales al área rural y urbana.

Para efectos del proyecto de construcción y operación del Puerto Marítimo de la Refinería de Cartagena S.A., no se prevé ningún impacto en la composición demográfica ni en los demás indicadores poblacionales, puesto que este sería un muelle más dentro del sistema portuario de la ciudad. Es claro que la población de pescadores que adelanta sus actividades dentro de la bahía de Cartagena lo hace no solo de manera ilegal sino poniendo en riesgo su salud y la de los consumidores del producto, el cual es imposible de identificar en los mercados de Basurto, que es el lugar a donde es llevado el excedente de sus jornadas.

Esta población, adicionalmente corre riesgos de seguridad debido al alto tráfico de buques entrantes y salientes por el canal de acceso al puerto y los lugares de atraque de los mismos, razón por la cual, las autoridades competentes deberían adelantar no solo los controles debidos, sino actividades de apoyo para brindarles otra forma de subsistencia o apoyarlos para que desarrollen su función en otro lugar que sea no solo adecuado para dichas labores, sino necesariamente brinde las condiciones de seguridad mínimas requeridas para el caso, al reconocer que las actividades industriales, aunadas a las portuarias y de servicios complementarios que se desarrollan en la ciudad desde hace mas de 50 años, conforme las decisiones relativas al POT y demás instrumentos de planificación local y regional, son las permitidas para el caso en corredores específicos dentro de la bahía de Cartagena.

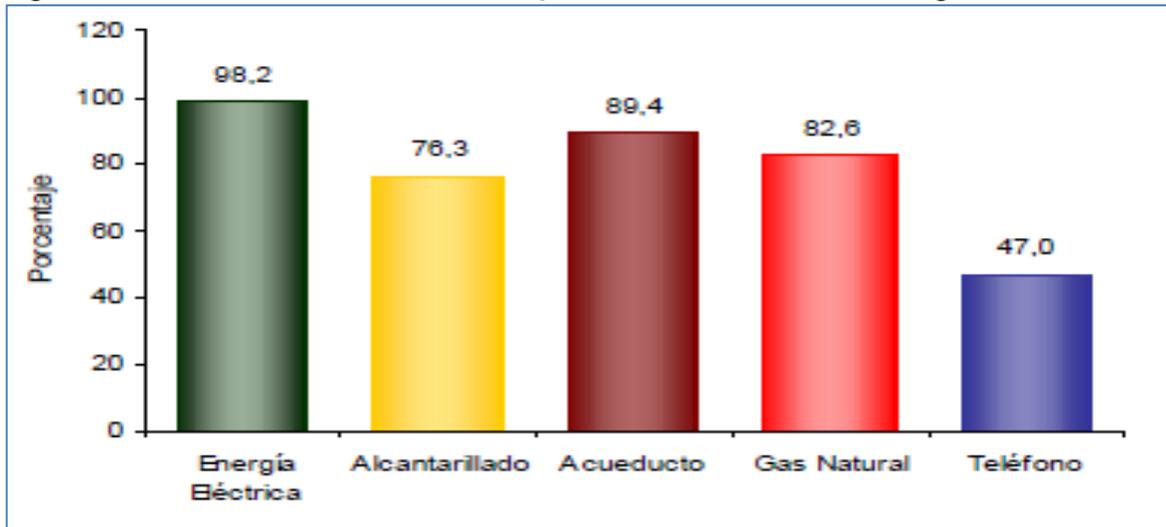
3.4.3 Dimensión espacial

Área de Influencia Indirecta.

Servicios públicos.

En términos generales, la ciudad de Cartagena presenta una cobertura media-alta en cuanto a servicios públicos, pero es claro que la zona 1 y la zona 3 – áreas de interés turístico e industrial – son las que tienen mejor calidad y mayor cobertura.

Figura 3-79 Cobertura de los servicios públicos en la ciudad de Cartagena.



Fuente. DANE. Censo 2005

A continuación se expone la situación según las localidades del Distrito:

Tabla 3-55 Cobertura de los servicios públicos según localidades de Cartagena

Localidad	Energía	Acueducto	Alcantarillado	Gas Natural	Telefonía
Localidad 1	99,25%	95,28%	93,01%	90,90%	59,31%
Localidad 2	98,20%	88,77%	61,67%	78,72%	36,05%
Localidad 3	99,12%	94,65%	84,84%	86,36%	48,20%
Área Rural	95,70%	40,50%	4,50%	44,20%	9,40%
Área Urbana	98,86%	92,90%	79,84%	85,32%	47,85%
Promedio Cartagena	98,07%	79,80%	61,00%	75,05%	38,24%

Fuente: Oficina de Seguridad Social del Departamento Administrativo del Distrito turístico y Cultural de Cartagena de Indias – DADIS. Corte a mayo del 2006.

Llama la atención la baja cobertura en el área rural de los sistemas de acueducto (40,5%) y de alcantarillado (4,5%). En telefonía, el cubrimiento apenas llega al 9,4%. Las diferencias en cobertura de los servicios se hacen más críticas si se considera que las áreas rurales están en un rango de 20 km. de distancia promedio frente al centro poblado. A continuación se detalla la situación de los servicios públicos:

*Acueducto*⁸⁹: toma como fuente de agua superficial la proveniente de los sistemas lagunares del Canal del Dique. La operación del servicio a cargo de Aguas de Cartagena arroja importantes resultados en cuanto a cobertura: al inicio tenían 92.572 suscriptores, a junio

⁸⁹ Aguas de Cartagena - ACUACAR. Evolución y Logros en Once Años de Gestión 1995-2006. Cartagena de Indias: 2006.

30 de 2006 alcanzan los 172.746 suscriptores. El 56% de los nuevos usuarios pertenecen al estrato 1, el 28% al estrato 2 y el 6% al estrato 3. Así mismo, el índice de agua no contabilizada al inicio era del 60%, hoy alcanza el 44,4%. En la continuidad del servicio, se pasó del 60% en 1995 a cerca del 100% en el 2004, con un tiempo medio de respuesta a daños en la red de 0,68 días.

*Alcantarillado*⁹⁰: este sistema tiene menores niveles de cobertura y su ausencia es el factor de mayor impacto sobre la calidad de los ecosistemas hídricos de la ciudad. Su estructura queda enmarcada por la topografía plana de la ciudad, dividiéndose en dos grandes vertientes que disponen las descargas a los dos mayores cuerpos de agua de la ciudad, la Bahía de Cartagena y la Ciénaga de la Virgen. La conducción de aguas residuales se realiza mediante un complejo sistema conformado por 27 estaciones de bombeo y varias estaciones elevadoras, interconectadas al sistema de redes, que cuenta con varios diámetros, oscilando entre los 150 y 2.000 mm. Toda la operación de bombeo depende del suministro de energía eléctrica y por ello el sistema es vulnerable.

La descarga de las aguas negras sin tratamiento previo a los dos cuerpos de agua, ha ocasionado serios costos ambientales, con la afectación que se evidencia en los niveles de morbilidad de la población residente en las orillas de la Bahía de Cartagena y de la Ciénaga de la Virgen. Hasta hace poco tiempo, a la Bahía llegaba un caudal de aguas negras de 38.200 m³/día aproximadamente y a la Ciénaga de la Virgen un caudal aproximado de 63.600 m³/día. Adicionalmente, a la Ciénaga de la Virgen llegan, por conexiones ilegales a los canales pluviales, las aguas servidas de las áreas circundantes, generándose un serio problema por el impacto ambiental en las áreas urbanas de la zona suroriental de la ciudad.

De una cobertura del 60,6% en 1995, se ha logrado una cobertura del 78,55% en junio de 2006. El número de usuarios era de 77.553 en 1995 y a junio de 2006 alcanzaba los 135.958⁹¹. Ello se ha logrado mediante la instalación de 404 km. de nuevas redes, para un total de 946,4 km. de redes en la ciudad. El 36% de los nuevos usuarios pertenecen al estrato 1, el 44,7% al estrato 2 y el 9,4% al estrato 3, lo que muestra que ésta ha sido una inversión netamente social. Como se mencionó, prácticamente en zona suburbana y rural no existen redes domiciliarias de alcantarillado.

Recolección, transporte y disposición de residuos sólidos. La ciudad de Cartagena cuenta con dos empresas contratadas para el servicio de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos domésticos, en dos rellenos sanitarios activos y en buenas condiciones. Localizados

⁹⁰ Ibid.

⁹¹ Ibid.

en Turbaco y el otro en la vía Henequen. El área rural no cuenta con este servicio. El manejo de los residuos sólidos en todo el territorio se realiza como se observa en la Tabla 3-56.

Tabla 3-56 Eliminación de residuos sólidos domésticos.

	Recoge servicios de aseo	Entierran	Queman	Tiran en un patio, lote, zanja	Tiran en un río, caño, quebrada, laguna	Eliminan de otra forma	Total
Recoge servicios de aseo	164,667	-	-	-	-	-	164,667
Entierran	-	1,785	-	-	-	-	1,785
Queman	-	-	11,164	-	-	-	11,164
Tiran en un patio, lote, zanja	-	-	-	7,641	-	-	7,641
Tiran en un río, caño, quebrada, laguna	-	-	-	-	2,296	-	2,296
Eliminan de otra forma	-	-	-	-	-	3,222	3,222
Total	164,667	1,785	11,164	7,641	2,296	3,222	190,775

Fuente. DANE. Censo 2005

*Energía eléctrica*⁹². El sistema eléctrico de Bolívar atiende su demanda interna, de aproximadamente 270 MW, a través del sistema de interconexión nacional, de compra en bloque en la Bolsa de Energía y de la generación de Termocartagena (180 MW) y Proeléctrica (90 MW). En la subestación Ternera, el sistema de Bolívar se conecta a Sabanalarga y Termocartagena, a un nivel de tensión de 220 KV, conformando lo que se conoce como anillo a 220 KV. De acuerdo con la información del documento Indicadores Sociales de Cartagena, el número de usuarios de energía eléctrica en el 2005 fue de 153.258. El sector residencial registra una participación del 94,1%.

Gas natural. El servicio de gas natural domiciliario lo presta la empresa de servicios públicos SURTIGAS S.A. ESP., empresa privada que atiende usuarios residenciales y no residenciales (comerciales e industriales). En la actualidad la empresa declara una cobertura total del 97%, con 136.649 usuarios, donde la mayor dinámica de crecimiento la ha presentado el sector residencial, quienes representan el 98,8% del total de usuarios del servicio. Los estratos 1 y 2 representan el 61% del total de usuarios de la ciudad.

⁹² Banco de La República, Cámara de Comercio de Cartagena; Observatorio del Caribe Colombiano. Universidad Jorge Tadeo Lozano - Seccional Caribe y Universidad Tecnológica de Bolívar; Indicadores sociales de Cartagena, 1er semestre de 2005.

Telecomunicaciones. Actualmente la ciudad cuenta con una compañía operadora del servicio telefónico fijo, que es el consorcio TELECartagena – COLOMBIATELL para telefonía local. TELECOM – Telefónica es operador de larga distancia y hay tres empresas privadas de telefonía celular. Adicionalmente, Avantel ofrece una cobertura adicional con sistemas de comunicación vía radio.

Servicios sociales

Salud. En relación a la infraestructura hospitalaria de Cartagena, en los dos últimos años se ha registrado el cierre de dos hospitales públicos, lo cual redujo la capacidad de respuesta de la red de atención y la disponibilidad de camas en la ciudad, condición que afecta especialmente el manejo de emergencias o el dar una adecuada atención al evento de un desastre natural. La infraestructura presenta deficiencias, tanto en dotación como en atención y facilidades para poder brindar a la comunidad una atención adecuada, no solo en la enfermedad sino también para la prevención de la misma. Para el transporte de pacientes, el Distrito de Cartagena dispone de 24 ambulancias así: 18 en servicio básico, 5 con servicios médicos y un transporte aéreo.

- E.S.E Cartagena de Indias: Presta servicios de primer nivel de complejidad y por eventos a usuarios vinculados y subsidiados, incluye servicios como laboratorio clínico e imagenología. La oportunidad en la prestación de los servicios es deficiente, debido a escasez en los insumos básicos, así como a fallas administrativas que inciden sobre la atención de los pacientes, como es en el proceso de referencia y contra-referencia. Se ha iniciado convenio para la prestación de servicios de segundo nivel, encontrando dificultades debido a la pobre respuesta por parte de Medicina Interna.
- E.S.E. Hospital San Pablo: Presta servicios de segundo nivel de complejidad por eventos a usuarios vinculados y subsidiados, sin embargo debido a la crisis económica y organizacional, la prestación de los servicios es deficitaria. La infraestructura física se encuentra en deterioro, la dotación médico quirúrgica es deficiente y no cuenta con algunos servicios de interdependencias.
- E.S.E. Clínica de Maternidad Rafael Calvo: Presta servicios de segundo nivel de complejidad en el área de maternidad y ginecología a las usuarias vinculadas y subsidiadas del distrito, además de algunos otros servicios en áreas como urología, medicina interna, endocrinología y otros. Aunque tiene algunos inconvenientes de liquidez, los servicios se han venido prestando de manera aceptable.
- E.S.E. José Prudencio Padilla – Unidad Hospitalaria E. De La Vega: Presta servicios de segundo, tercer nivel de complejidad y atención de alto costo por eventos a los usuarios contributivos, vinculados y subsidiados del distrito y el departamento, actualmente la demanda es muy inferior a la oferta instalada y al potencial de la infraestructura existente

- Hospital Infantil Napoleón Franco Pareja: Aunque no es una entidad pública es una entidad sin ánimo de Lucro, tradicionalmente ha venido atendiendo la población pediátrica del Distrito de Cartagena y ofrece la capacidad instalada para la prestación integral a este grupo poblacional.
- Centro hospitalario de Arroz Barato: el cual ha recibido en los últimos años apoyo en forma de dotación de Ecopetrol y de Reficar entre otras empresas de la zona.

Morbilidad: Entre las principales causas de enfermedad se presenta, en forma alarmante, las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) como la más frecuente, especialmente en los niños. Esto se debe a la contaminación del ambiente, al mal estado de las vías, los vientos y las emisiones atmosféricas y otras causas. También se encuentran la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), de origen infeccioso posiblemente por la deficiencia en los servicios públicos y mala manipulación de los alimentos. Ver Tabla 3-57.

La Rinofaringitis aguda es el primer motivo de consulta en los servicios médicos de urgencias y consulta externa; esto afecta principalmente a mujeres jóvenes. Siguen, las enfermedades diarreicas agudas y las patologías de causa externa (heridas y trauma), esto último con una relación masculino / femenino de 2:1, en especial en el servicio de urgencias. La aparición como tercera causa de morbilidad las heridas y traumas, puede ser un indicador indirecto del aumento de la violencia en el Distrito, aun cuando faltarían estudios más específicos para conocer su origen.

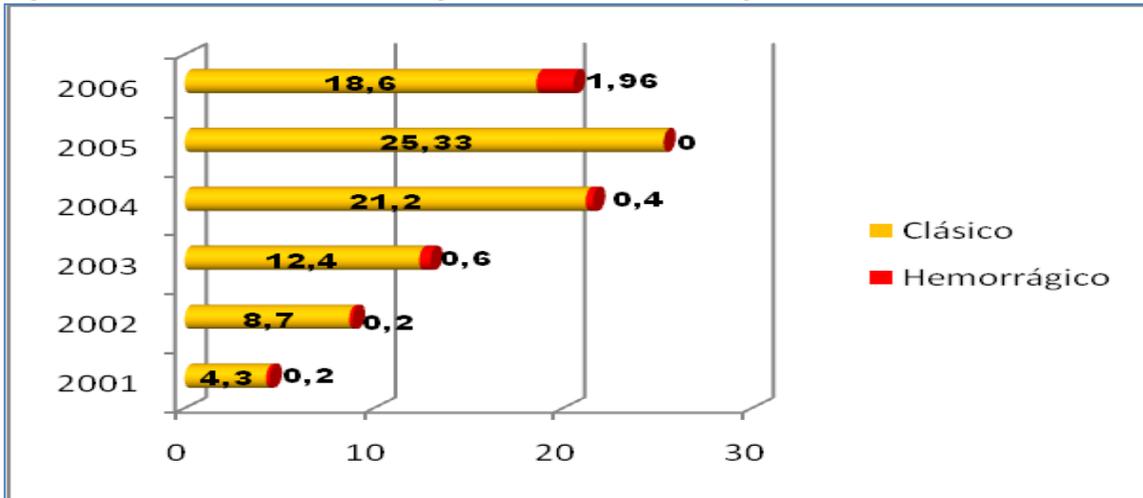
Tabla 3-57 Morbilidad en niveles I y II del sisben

CAUSAS	Hombres	%	Mujeres	%	TOTAL	Incidencia por 10.000 hab.
Rinofaringitis aguda	9,937	9	14,423	13	24,360	238.7
Enfermedad diarreica aguda y parasitosis intestinales	6,655	6	9,263	8.2	15,918	156
Heridas y trauma	7,934	7	5,049	4.5	12,983	127
Enfermedad infecciosa en piel	4,336	4	7,105	6.3	11,441	112
IRA vía aéreas superiores	4,083	3.6	5,894	5.2	9,977	98
Infecciones urinarias	1,938	2	6,626	6	8,564	84
Asma y síndromes bronco-obstructivos	3,555	3.1	4,600	4	8,155	80
Síndrome febril	3,726	3.3	3,903	3.5	7,629	75
Cefaleas incluida migraña	1,537	1.3	5,864	5.2	7,401	72.5
Dolor abdominal y pélvico	1,806	1.6	4,223	3.7	6,029	59
TOTAL 10 PRIMERAS CAUSAS	45.507	22%	66.950	32%	112.457	1102
TOTAL TODAS LAS CAUSAS					209.475	238.7

Fuente: Oficina de Planeación y Epidemiología ESE Hospital Local Cartagena de Indias. Diagnósticos Confirmados Nuevos.

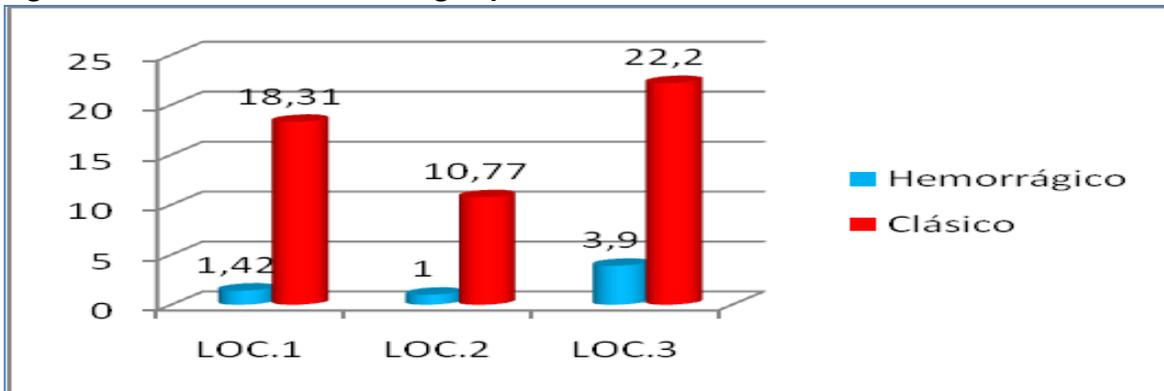
Se destaca en la información suministrada por el DADIS, la incidencia del Dengue en cada una de las localidades de la ciudad, como se observa en la Figura 3-80, Figura 3-81 y Figura 3-82.

Figura 3-80 Incidencia del Dengue en el total de Cartagena



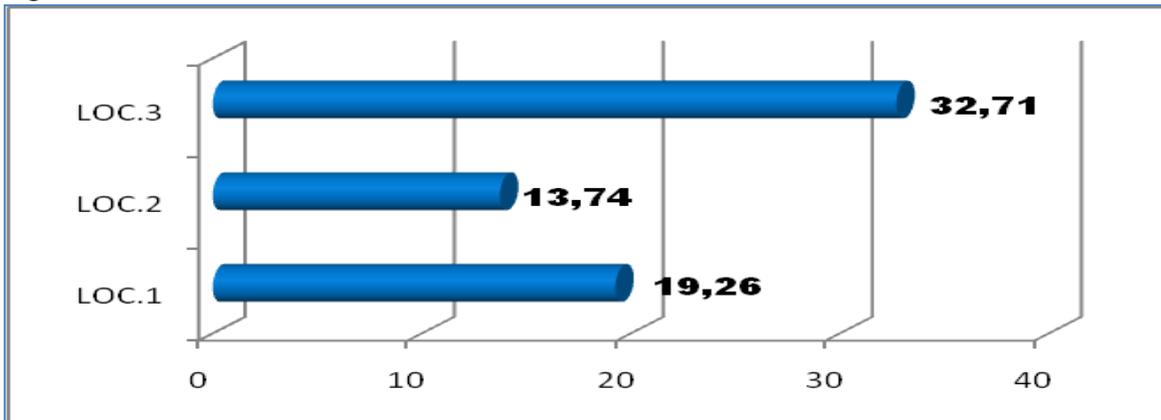
Fuente: Oficina de epidemiología –DADIS.

Figura 3-81 Incidencia del Dengue por Localidad



Fuente: Oficina de epidemiología –DADIS.

Figura 3-82 Intoxicaciones alimenticias



Fuente: Oficina de epidemiología –DADIS.

Educación. La Secretaría de Educación Distrital (SED), dependencia de la Alcaldía es el ente rector que en el marco de las políticas públicas descentralizadas debe orientar y dirigir las estrategias que le permitan a la ciudad consolidar acciones y programas para alcanzar los objetivos y las metas educativas, garantizando su continuidad y su sostenibilidad.

El 99% de la financiación pública del sector proviene de la Nación (Sistema General de Participaciones, participación en los Ingresos Corrientes de la Nación - ICN, entre otros) y 1% proviene de recursos propios (Distrito). Entre la Secretaría, las zonas educativas y las instituciones educativas, se realiza la planeación, administración, evaluación y seguimiento del sector, con funciones definidas para cada instancia⁹³. Por localidades, las estadísticas que entrega la Secretaria de Educación son las siguientes:

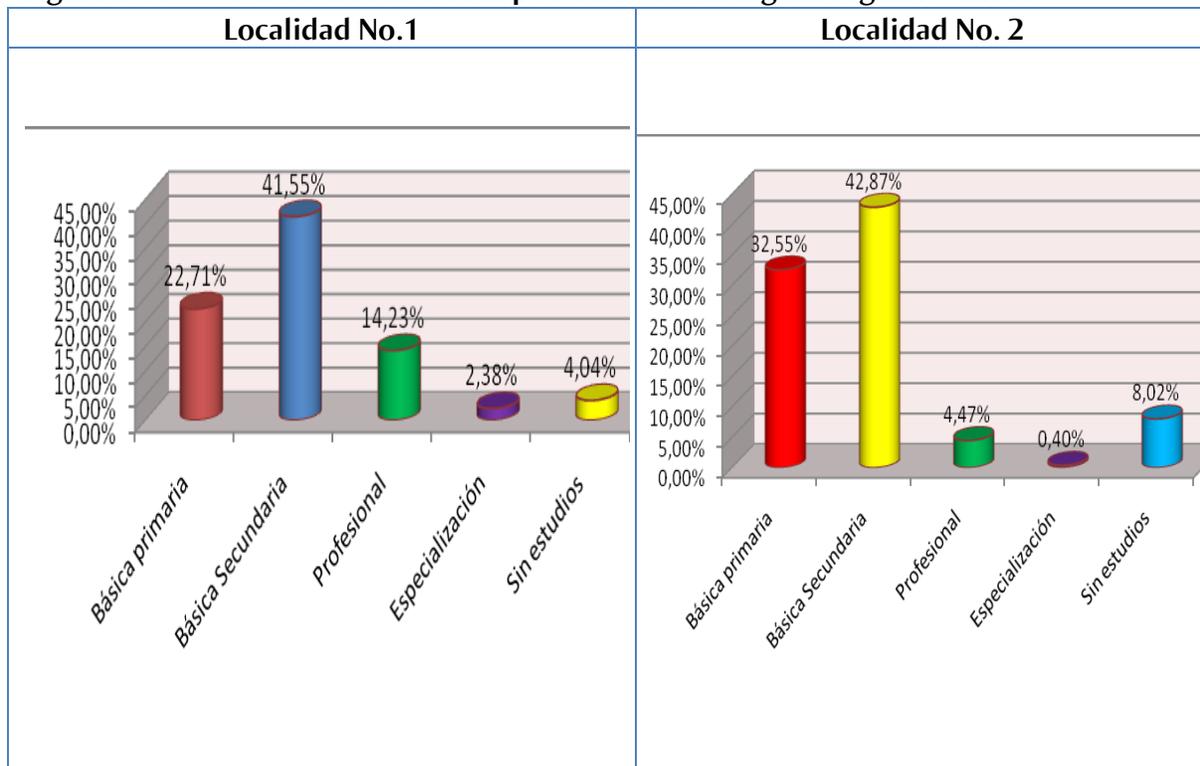
Localidad 1 - Histórica y del Caribe Norte: El 76,5% de la población de 3 a 5 años asisten a un establecimiento educativo formal; el 94,26% de la población de 6 a 10 años y el 90,03% de la población de 11 a 17 años. En relación con el nivel educativo, encontramos que el 22,71% de la población residente en la Localidad 1, ha alcanzado el nivel básica primaria y el 41,55% secundaria; el 14,23% ha alcanzado el nivel profesional y el 2,38% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 4,03%. En cuanto a su infraestructura posee 175 colegios, de estos 67 son oficiales y 108 privados. Cuenta con 26 universidades, corporaciones universitarias, e instituciones tecnológicas y técnicas.

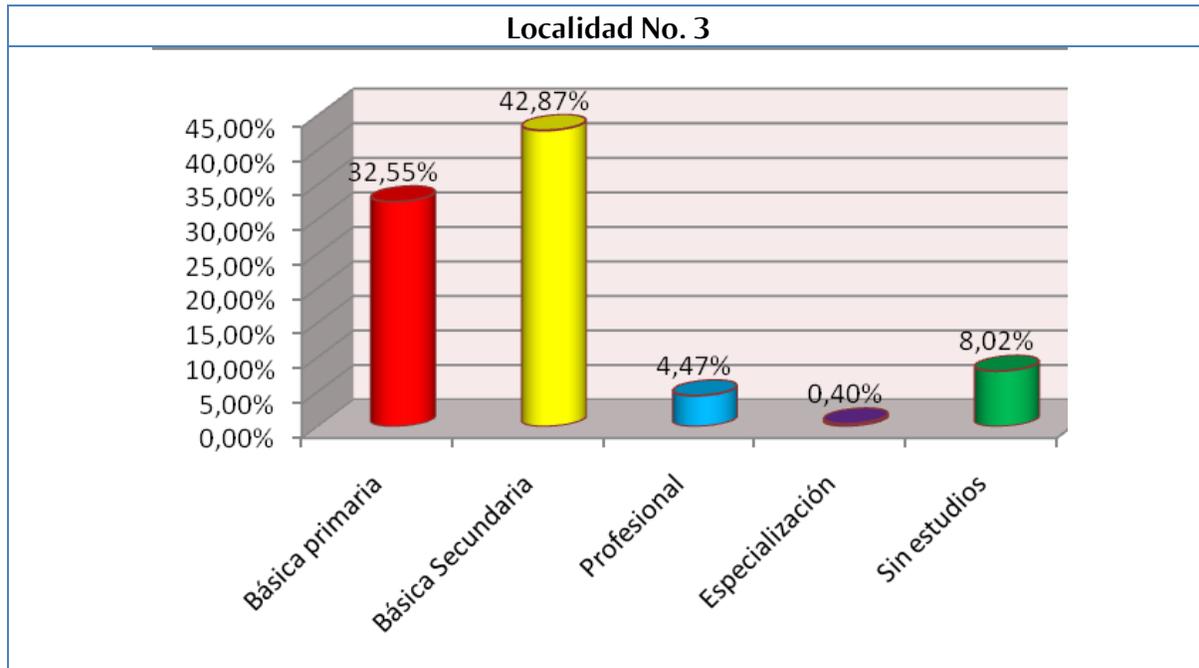
⁹³ Abello Vives Alberto, Gutiérrez Elvira y Novoa Darío. La Competitividad de Cartagena de Indias: Análisis de la articulación entre la educación y la economía. En: Serie de Estudios sobre la competitividad de Cartagena, Cartagena de Indias. No. 6 (octubre de 2006). 68 páginas.

Localidad 2 - De la Virgen y Turística: El 65,3% de la población de 3 a 5 años asiste a un establecimiento educativo formal; el 91,55% de la población de 6 a 10 años y el 84,67% de la población de 11 a 17 años. El 32,55% de la población residente en la Localidad 2, ha alcanzado el nivel básico primario y el 42,87% secundaria; el 4,4% ha alcanzado el nivel profesional y el 0,4% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 8,25%. En cuanto a su infraestructura posee 128 colegios, de estos 65 son oficiales y 63 privados. No cuenta con universidades, corporaciones universitarias ni con instituciones tecnológicas ni técnicas.

Localidad 3 - Industrial y de la Bahía: El 67,96% de la población de 3 a 5 años asisten a un establecimiento educativo formal; el 92,54% de la población de 6 a 10 años y el 87,22% de la población de 11 a 17 años. El 26,46% de la población residente en la Localidad 3, ha alcanzado el nivel básico primario y el 42,38% secundaria; el 9,8% ha alcanzado el nivel profesional y el 0,96% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 5,52%. En cuanto a su infraestructura posee 134 colegios, de estos 49 son oficiales y 85 privados. Cuenta con 4 universidades, corporaciones universitarias, e instituciones tecnológicas y técnicas. Vale la pena resaltar que Reficar está participando en la dotación del Centro Educativo Buen Aire en esta localidad.

Figura 3-83 Nivel de estudios de la población de Cartagena según localidad





Fuente: Censo del DANE 2005.

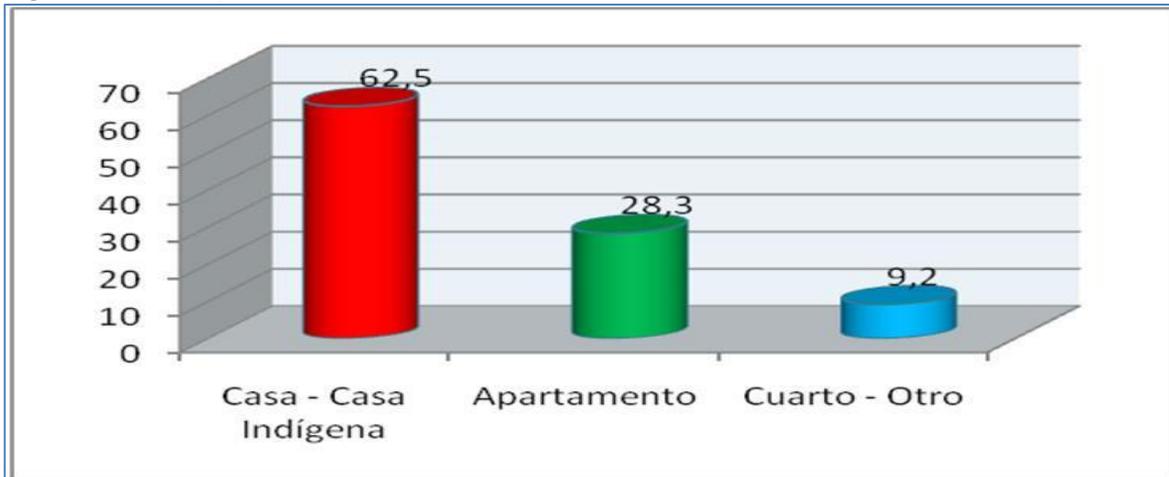
Vivienda: de acuerdo con la información suministrada por el DANE, en la actualidad el Distrito cuenta con 183,255 viviendas en el área urbana y alrededor de 14.000 viviendas en el área rural; de éstas, las urbanas representan el 34.7% que se encuentran en zona de alto riesgo o no tienen legalizada la tenencia, lo que significa que son barrios de invasión carentes de varios servicios básicos.

El Distrito de Cartagena de Indias ha venido padeciendo de un déficit acumulativo en lo que se refiere a la vivienda de interés social (VIS), el cual se reconoce, se ha incrementado en los últimos años al quedar expuestos en gran medida los altos niveles de marginalidad existentes; estos índices son debidos a que la oferta no alcanza a absorber la demanda generada por el crecimiento natural de la población, dado fundamentalmente por la falta de suelos adecuadamente urbanizados, que dan como resultado el crecimiento urbano desordenado en el sector del pié del cerro, en Ternera y en el costado oriental de Cartagena en sectores como Nelson Mandela y Arroz Barato entre otros. Como consecuencia de lo anotado, se presenta un déficit habitacional de 61.976 viviendas en los estratos 1 y 2. La distribución de viviendas por localidad es la siguiente:

- Localidad Histórica y del Caribe Norte: posee 63.561 viviendas de las cuales 59.847 están en el área urbana y 3.714 rural.
- Localidad de la Virgen y Turística: posee 49.407 viviendas de las cuales 44.235 están en el área urbana y 5.172 rural.

- Localidad Industrial y de la Bahía: posee 55.865 viviendas de las cuales 53.102 están en el área urbana y 2.763 rural.

Figura 3-84 Tipo de vivienda

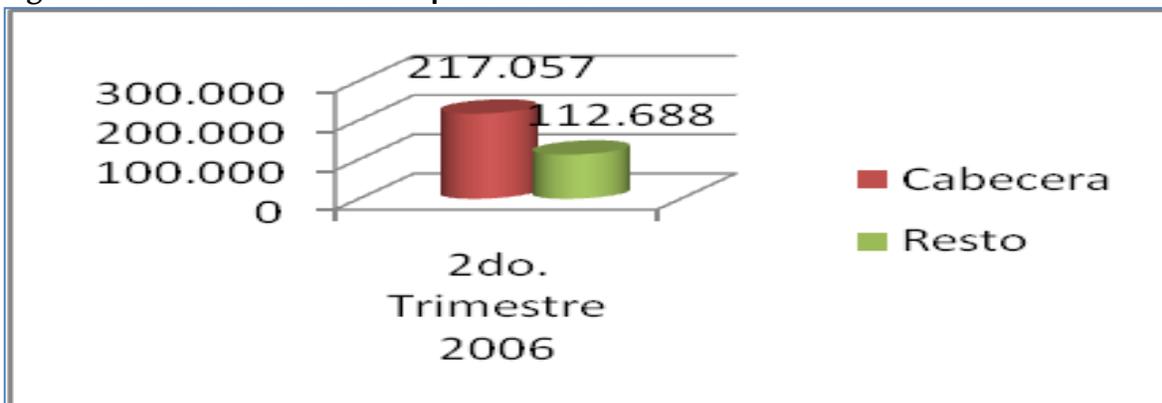


Fuente: DANE. Censo 2005.

En la ciudad de Cartagena, se conserva la casa como estructura básica habitacional, aunque en el sector norte - localidad 1, las construcciones han crecido verticalmente y los edificios de apartamentos han desplazado paulatinamente a las casas, para brindar mayor capacidad en menos espacio.

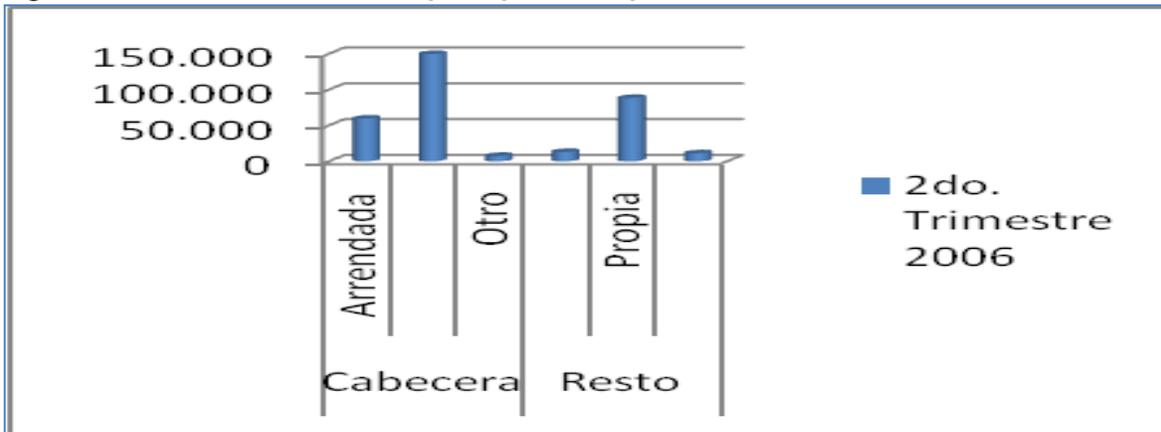
Tanto a nivel urbano como a nivel rural, la mayoría de la población es propietaria de las viviendas que habita (149.813 urbano vs. 88.359 rural), mostrándose, además, un incremento moderado en el stock de viviendas, lo cual corresponde al auge de proyectos en construcción para segunda vivienda o esencialmente para desarrollos turísticos para estratos 5 y 6 respectivamente.

Figura 3-85 Stock de Vivienda por ubicación



Fuente: DANE.

Figura 3-86 Stock de vivienda por tipo de ocupación



Fuente: DANE.

Recreación y Deportes. La recreación en Cartagena, depende del estrato social, pero en general hay una serie de espacios comunes a los que acuden todos sus habitantes: En primer lugar están las playas que rodean a la ciudad y que sirven de esparcimiento a sus habitantes. Las discotecas, bares, tabernas, teatros, salas de cine, museos y en general, la infraestructura histórica de la ciudad es aprovechada para recrearse. Más que un espacio, los cartageneros disfrutan de actividades como el baile, el béisbol, el fútbol y los deportes acuáticos, aunque estos últimos están más reservados para los turistas por los altos costos que tienen.

Cartagena cuenta con una Unidad Deportiva de importancia distrital conformada por los estadios de fútbol, béisbol, softbol y la Plaza de Toros. Estas obras de importancia arquitectónica y urbanística no se encuentran integradas y carecen de un tratamiento de espacio público que las vincule a su entorno urbano, eleve la calidad del mismo y la incorpore de una manera funcional a las actividades de la ciudad. También, el Distrito cuenta con 147 escenarios deportivos en el área urbana y 7 escenarios deportivos en los corregimientos, lo que genera una concentración del mayor déficit en el área rural

Medios de Comunicación: En la ciudad de Cartagena es posible encontrar todo tipo de medios de comunicación, especialmente por su diversidad cultural y porque desde los colegios, con el respaldo del Ministerio de Educación, se ha fomentado la implementación de emisoras, periódicos y canales de televisión como estrategia de integración, recreación y fortalecimiento cultural.

- Prensa: El periódico “El Tiempo” es uno de los diarios de mayor circulación y trayectoria a nivel nacional, que se distribuye también en Cartagena. También encontramos otros periódicos de circulación nacional, como “El Colombiano”, “El Espacio”, “El País”, “Hoy” y otros magazines, pues al ser zona turística con visitantes

permanentemente, hay demanda para periódicos de toda la nación e internacionales, como “The New York Times”, por ejemplo. el periódico local de mayor circulación es el diario “El Universal”, fundado en 1948, con amplia aceptación y respaldo, seguido por el periódico “La Verdad”, que también es producido en la ciudad. A nivel regional, el periódico de mayor circulación es “El Herald”, fundado en 1993, producido en Barranquilla. Existen varios periódicos comunitarios que tratan temas diversos de carácter puntual y otros publicitarios que reciben pauta de los diferentes negocios, especialmente en la zona de Bocagrande, Manga y otros sectores. También hay periódicos universitarios, como “El Cartero” de la Universidad Tecnológica de Bolívar, aunque su circulación es digital, a través de Internet. Hay otros producidos por el sector solidario, no gubernamental, como el de la ANDI – Fundación MAMONAL, que tienen circulación restringida y va dirigida a públicos específico; se distribuyen en ciertas zonas de la ciudad, pero no llegan a difundirse ni a tener impacto general en la población.

- **Revistas:** En la ciudad circulan varias publicaciones nacionales e internacionales, y otros de carácter cultural, que han avanzado hacia la producción de revistas y otras publicaciones de difusión de las actividades culturales, exposiciones de arte, conciertos, museos y demás sitios históricos, como “La Traviatta”, por ejemplo y otras que tienen circulación digital, en Internet.
- **Radio:** En Cartagena hay una serie de emisoras que transmiten desde la ciudad y que están divididas entre emisoras comerciales, comunitarias y culturales. En total se cuentan alrededor de 27 emisoras en la ciudad. Entre las emisoras comerciales encontramos: Rumba estéreo, Tropicana estéreo, La Vallenata, La Mega, La X, Amor estéreo, entre otras. Transmiten por AM, FM y ahora por Internet.
- **Emisoras comunitarias:** Difunden la música y la cultura local, resaltando, por ejemplo, los ritmos musicales auténticos como la champeta, son aún más escuchadas, pero su radio de acción es más limitado al tener tecnología precaria. Entre ellas encontramos: NMCC de la red nacional de emisoras comunitarias, La Palenquera, etc. Algunas operan sin licencia del Ministerio de Comunicaciones.

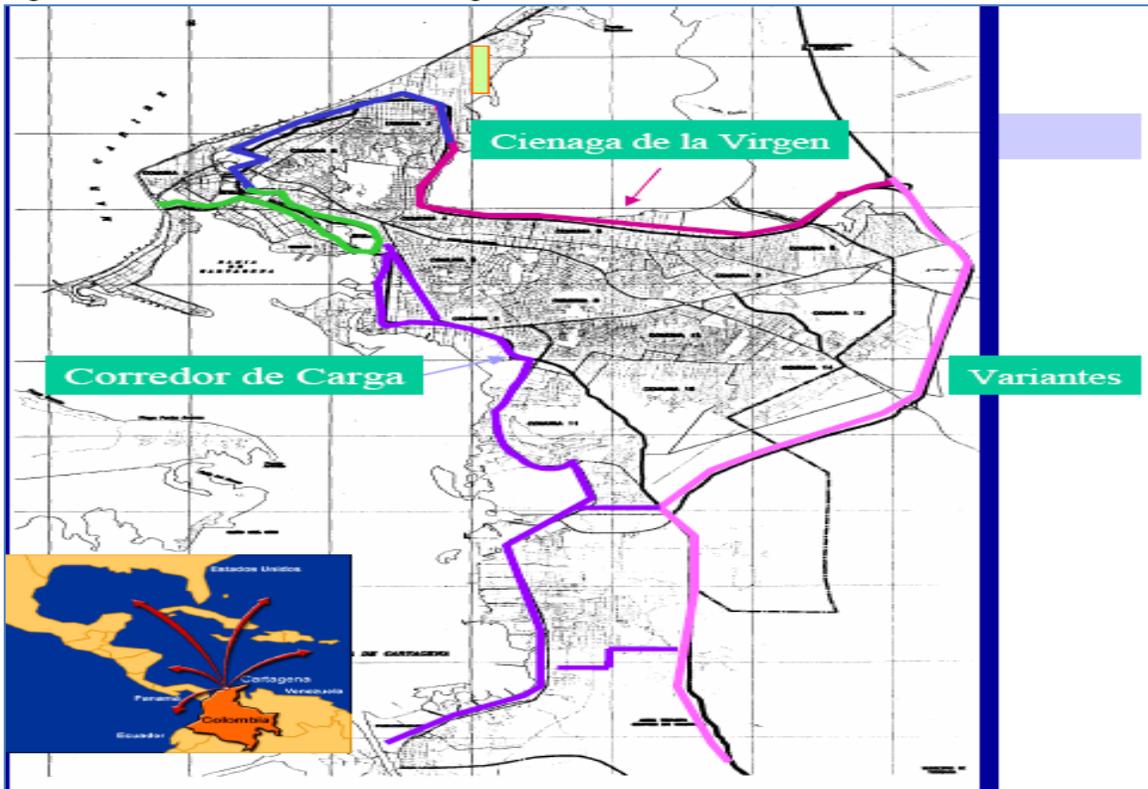
Televisión: La televisión de radiodifusión abierta de cubrimiento regional se inició en 1985, bajo una coyuntura política de descentralización, bajo la cual se creó TELECARIBE, como canal regional de la zona y transmite desde Barranquilla. La administración, programación y comercialización de TELECARIBE se hace en forma descentralizada e independiente de la televisión pública nacional, a pesar de que el operador público -Inravisión- es socio en la mayoría de éstos. La programación hace énfasis en contenidos y temas de origen e interés regional, orientados al desarrollo social, económico y cultural de la región donde opera. Dentro de la modalidad de televisión por suscripción, se cuenta con TELECartagena cuyo principal objetivo es desarrollar una programación propia y un servicio a la comunidad.

Infraestructura vial y de transporte: La malla vial de Cartagena se compone de un sistema de vías principales, que bordean la costa e integran a los diferentes sectores de la ciudad entre sí. Su estado es regular, pues sólo las vías principales están pavimentadas y los accesos a los barrios, pero las vías secundarias, especialmente del sector popular, están en mal estado y dificultan el acceso y el transporte público. Los principales corredores viales y la tendencia de desarrollo, son los siguientes⁹⁴:

- Ternera-Turbaco: el crecimiento de la ciudad se orienta hacia esta zona, en un proceso de conurbación con predominio del uso residencial, desarrollado éste en urbanizaciones de estratos bajos y medios y proyectos recreacionales.
- El Pozón-Bayunca: zona que tiende a la preservación de los usos agrícolas y ganaderos, junto a conjuntos de vivienda de estratos bajos, en la medida en que sea dotada de servicios públicos.
- Bayunca-Anillo Vial: en este corredor la tendencia es a crecer con sitios recreativos, institucionales (colegios), tierras de reserva y expansión de los poblados existentes.
- La Boquilla-Arroyo Grande: consolidación de los usos turísticos, hoteleros, recreativos e institucionales; conjuntos residenciales de estrato alto y tierras de reserva.
- Variante MAMONAL-Gambote: tendencia hacia el fortalecimiento de los usos agropecuarios e industriales, con posibilidades de que se establezcan estaciones de servicio al transporte.
- Variante MAMONAL-La Cordialidad: en este sector la tendencia no es muy manifiesta, por su reciente incorporación; se prevén desarrollos residenciales de estratos medios y bajos, tierras de reserva y posibles zonas de urbanizaciones subnormales.
- Ceballos-Pasacaballos – Vía entregada en concesión: Consolidación del uso industrial y portuario, densificación y expansión de los poblados existentes, con incremento de los conflictos ambientales y sociales, para lo cual vale mencionar que las operaciones a cargo del terminal portuario de la Refinería de Cartagena, salvo durante el proceso constructivo, no van a generar una demanda significativa de la referida vía, por cuanto los flujos de carga entrando y saliendo del mismo, se darán a través de los sistemas de cargue portuario previstos, no previéndose grandes demandas de graneles transportados por carretera, salvo para demanda local de clientes de Mamonal y otros en menor proporción.

⁹⁴ Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias. Decreto No. 0977 de 2001, “Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias”. Diagnóstico.186 Págs.

Figura 3-87 Sistema Vial de Cartagena



Fuente: MOVI-MAN. Movilidad Urbana URB – AL, Agosto de 2005

Así mismo, la vía al mar, que tiene especificación de tráfico liviano, conecta la ciudad en el eje Cartagena – Barranquilla – Santa Marta, que se extiende hasta la Guajira y a la frontera con Venezuela, promoviendo la accesibilidad para el turismo y la conformación del corredor de Caribe.

Proyecto de Sistema Integrado de transporte masivo: según el documento Conpes 3259: “El eje principal del transporte de la ciudad y la principal vía empleada por el transporte público Colectivo es la Avenida Pedro de Heredia donde se movilizan cerca de 300.000 viajes cada día. La oferta de transporte actual consiste en 52 rutas no jerarquizadas. En la práctica sólo 36 rutas están siendo servidas, mientras que las 16 restantes han sido abandonadas por las empresas o nunca han sido servidas.

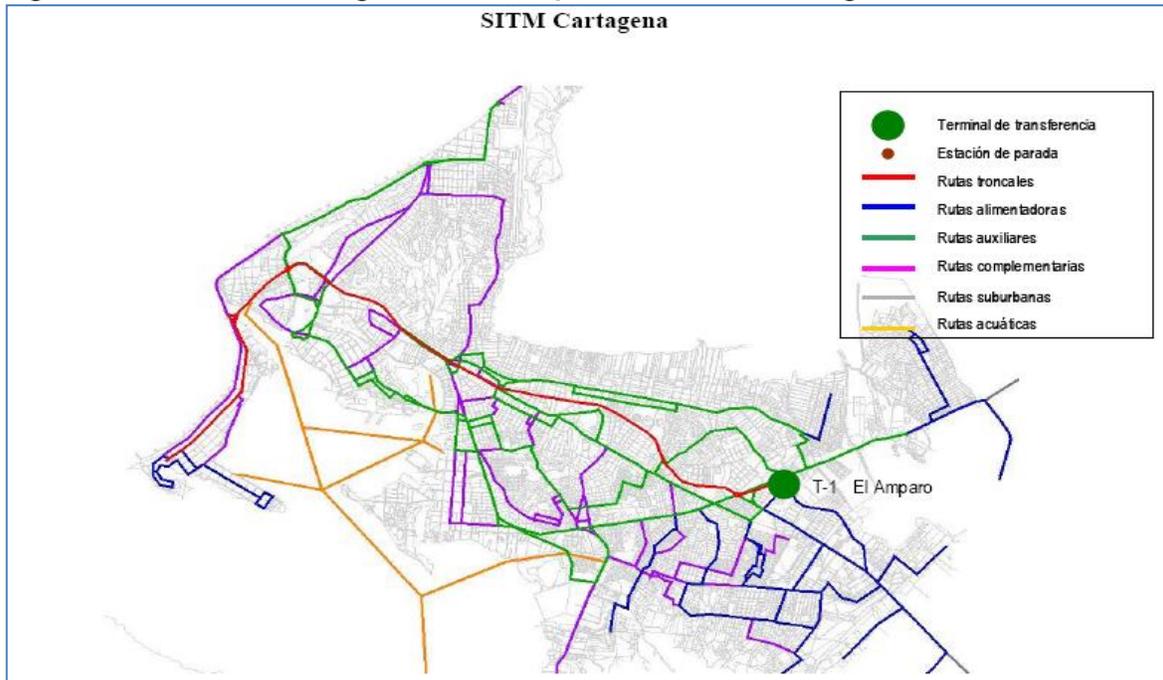
Las rutas actuales cuentan con un alto grado de superposición al circular el 90% de los vehículos por la Av. Pedro de Heredia. Estas rutas son operadas por 1.316 vehículos con edades que oscilan en su mayoría entre 13 y 20 años, mientras que los estándares internacionales presentan 5 años. La longitud promedio de ruta es de 33 kilómetros y los vehículos recorren alrededor de 234 mil kilómetros al día. 73% de los vehículos utilizan gas natural como combustible, 21% ACPM y el 6% restante gasolina.

Las rutas son operadas por 11 empresas de tipo afiliador, para lo cual se estima que en la actualidad la sobreoferta alcanza el 50% de los vehículos de transporte público un promedio de dos pasajeros transportados por kilómetro recorrido, cuando se considera deseable un valor superior a cuatro, al menos en las principales rutas de la ciudad. Esta crítica situación afecta a los usuarios en forma directa al tener mayores tiempos de viaje, menor confiabilidad y tarifas elevadas en relación con el nivel de servicio que reciben. Así mismo, genera un costo social por el consumo innecesario de recursos escasos, altos índices de accidentalidad, emisiones de gases contaminantes y elevados niveles de ruido.

De igual manera, por las características de territorio insular que tiene Cartagena, existe una importante movilización de pasajeros por medio acuático entre las zonas insulares de mayor población, como las islas de Tierrabomba y Barú y la zona urbana institucional. La movilización acuática es la única alternativa de transporte para los habitantes de estas localidades, así como para educadores o funcionarios que viven en Cartagena y se dirigen a desempeñar labores diversas en los centros poblados de Tierrabomba, Bocachica, Puntarena, Caño del Oro, Barú e Islas del Rosario. Las rutas que se han establecido regularmente, en los recorridos mencionados hacia Barú y Tierrabomba, no se encuentran legalizadas y obedecen a la atención desordenada de una demanda natural, generada por la necesidad de desplazamiento de los habitantes de las comunidades isleñas hacia las zonas urbanas y viceversa.”⁹⁵

⁹⁵ Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Documento Conpes 3259. Sistema Integrado del Servicio Público Urbano de Transporte Masivo de Pasajeros del Distrito de Cartagena – TRANSCARIBE. Diciembre 15 de 2003.

Figura 3-88 Sistema Integrado de Transporte Masivo de Cartagena⁹⁶



Fuente: Estudio para el Diseño Conceptual del SITM de Cartagena – TTC – GGT – SYSTRA – 2003.

Ante este panorama, en los planes de desarrollo se definió la implantación de un sistema de transporte masivo sobre el eje mencionado que contribuya de manera sostenible al crecimiento urbano proyectado, así como un elemento estructurante para la movilidad de la ciudad y se decidió implementar un Sistema de Transporte Masivo para la Ciudad de Cartagena (SITM).

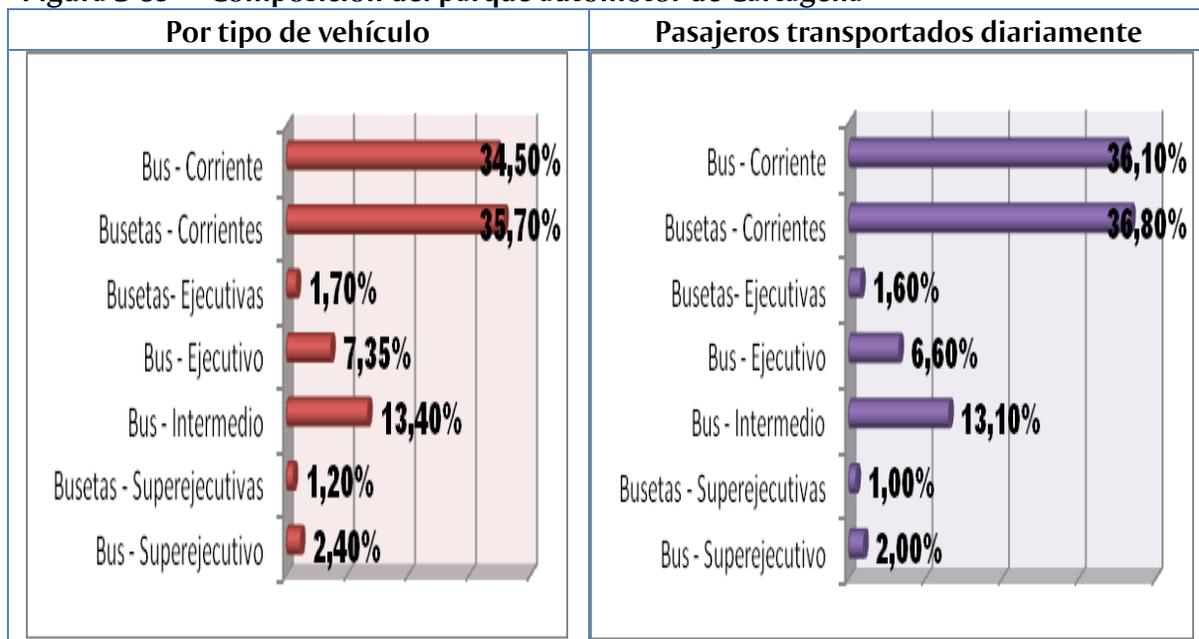
El sector privado suministra y opera los buses, los equipos de recaudo, y los patios y talleres para el mantenimiento y estacionamiento de los buses, generándose de esta forma un cambio trascendental en la estructura empresarial del transporte urbano en la ciudad que constituye, sin duda, uno de los beneficios más importantes de la implementación del SITM. La infraestructura consiste en: (i) un corredor troncal de 11,2 kilómetros de longitud (25,9 Km. de carriles izquierdos) en pavimento de alta resistencia, dotado de 23 estaciones en el separador central (ii) una terminal de transferencia en el lugar conocido como la bomba “El Amparo” de aproximadamente 16.000 m²; (iii) andenes con un ancho mínimo de 3,0 y 4,0 metros a lo largo del corredor, según la sección, que garantizarán el acceso peatonal al sistema; (iv) señalización horizontal y vertical; y, (v) patios y talleres, a cargo de los concesionarios troncales, para el parqueo y mantenimiento de los equipos.

96 Duarte Guterman

Por su parte, el número de pasajeros corresponde proporcionalmente a la distribución por tipo de vehículo, transportando aproximadamente el 73% los buses y busetas corrientes. En general, se ha observado una reducción gradual del número de pasajeros transportados, pasando de 539.038 en el primer semestre de 2003 a 524.399 en el correspondiente de 2006, mostrando una reducción de 14.639 pasajeros transportados diariamente por el sistema. Esta cifra es equivalente a una reducción de la demanda de 2,7% entre el primer semestre de 2003 y el primer semestre de 2006. Son cupos que probablemente han sido sustituidos por otras modalidades de transporte como las mototaxis y los colectivos.

Este fenómeno es sistemáticamente observado en todas las ciudades principales de la Región Caribe. En la región el total de pasajeros se redujo en este periodo el 13,2%, mientras que en el resto del país fue del 1,6%, lo cual refleja la problemática observada en las capitales de la región con el fenómeno del mototaxismo.

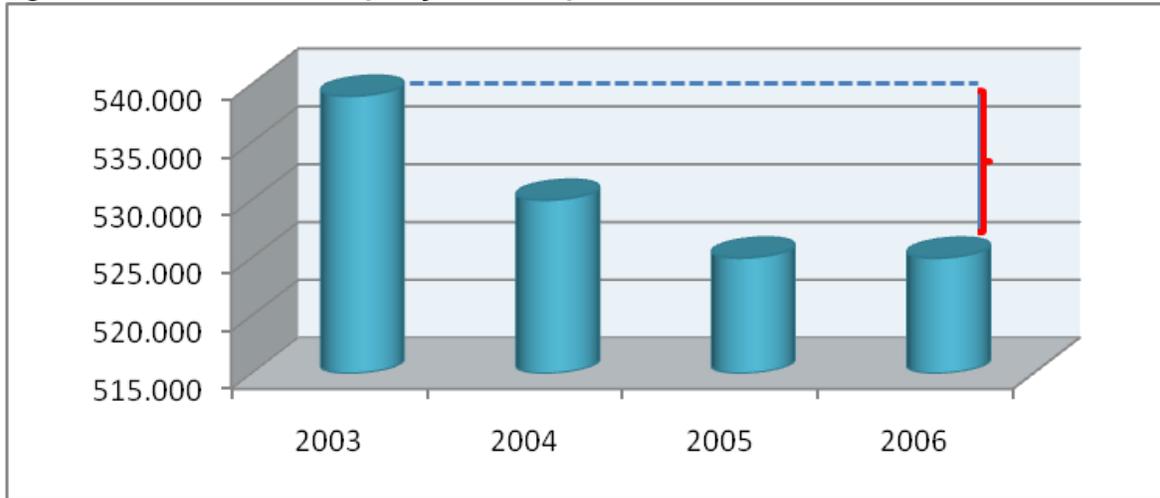
Figura 3-89 Composición del parque automotor de Cartagena⁹⁷



Fuente: DANE.

⁹⁷ Información del segundo semestre del 2006

Figura 3-90 Promedio de pasajeros transportados diariamente



Fuente: DANE.

En relación con las tarifas, para buses, busetas y colectivos el costo promedio del pasaje por persona es de \$1.000 y de \$5.000 para taxis. Los mototaxis, que surgieron ante la falta de empleo e inicialmente como solución ante la poca cobertura de transporte en los barrios populares, operan especialmente entre los barrios de la ciudad y en los corregimientos, cobran un valor promedio de \$1.500 en la zona urbana, el cual varía de acuerdo con el destino final del pasajero.

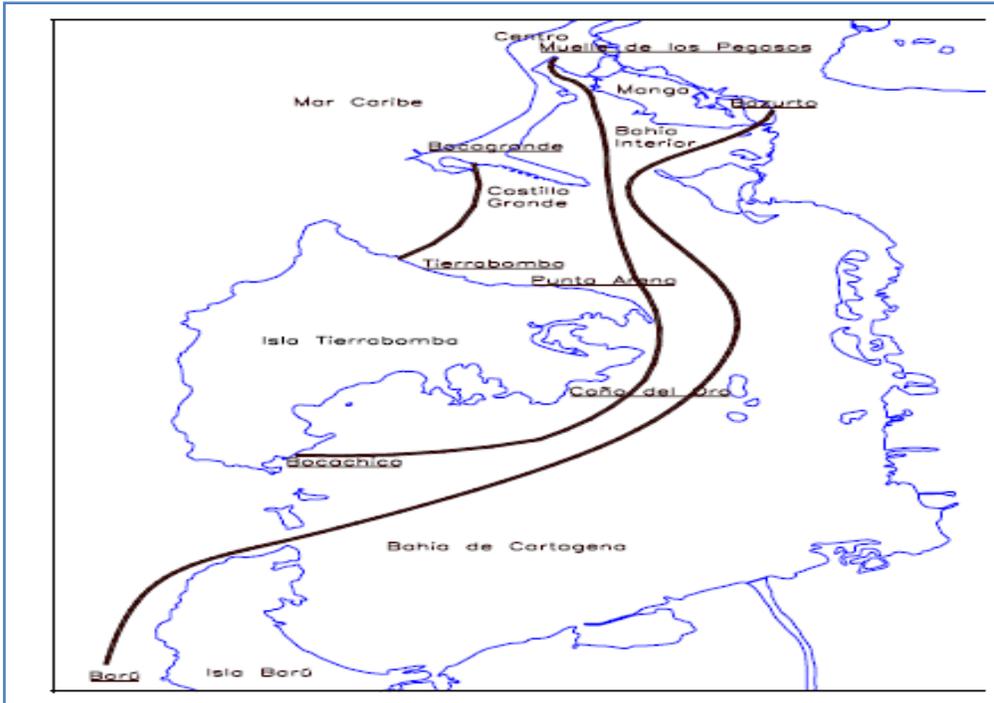
Transporte aéreo: En la ciudad de Cartagena funciona el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, al cual arriban vuelos comerciales y privados, nacionales e internacionales, a través de empresas aéreas comerciales como: Avianca, Aerorepública, Aires, Copa Airlines, American Airlines y Air Madrid, que tienen oficinas en la ciudad.

Transporte ferroviario: En la ciudad no existe transporte férreo, la red más cercana es la de Santa Marta, creada para transportar carbón, principalmente.

Transporte Fluvial: Existen una serie de empresas privadas y particulares (legalizados o no para este servicio) que prestan el servicio de transporte marítimo y fluvial local, especialmente ofreciendo paquetes turísticos recreativos hacia el archipiélago y las islas de San Bernardo, Barú y Tierrabomba. Los costos varían por persona y destino, pero en promedio para las islas el costo es de \$30.000.

El transporte fluvial se realiza exclusivamente por el Canal del Dique, que posee 114 Km. navegables por embarcaciones mayores y conecta la ciudad de Cartagena con el río Magdalena. Los productos que más se transportan por el río Magdalena y por el canal del Dique son hidrocarburos y carbón.

Figura 3-91 localización conceptual de rutas de transporte acuático



Fuente: DNP – Documento Conpes 3259

Área de influencia directa

Dado que el área de influencia directa del proyecto se ubica en el área marítima de la Bahía, no se relacionan servicios públicos ni sociales, puesto que en esta área solo se cuenta con tráfico de buques y servicios portuarios para los mismos.

3.4.4 Dimensión económica

Área de influencia indirecta.

Mercado Laboral. Según datos del 2005, la población en edad de trabajar – PET (mayores de 12 años) en Cartagena representaba el 75.2% (723 mil) del total de la población. De este grupo, el 58.1% (420 mil) son población económicamente activa (PEA). El 41.61% de la PEA se encontraba empleada y el 14.58% estaba desempleada; el subempleo en Cartagena representó el 28.61% de la PEA⁹⁸. Ver Tabla 3-58.

⁹⁸ <http://www.proexport.gov.co>, visitada el 24 de marzo de 2009

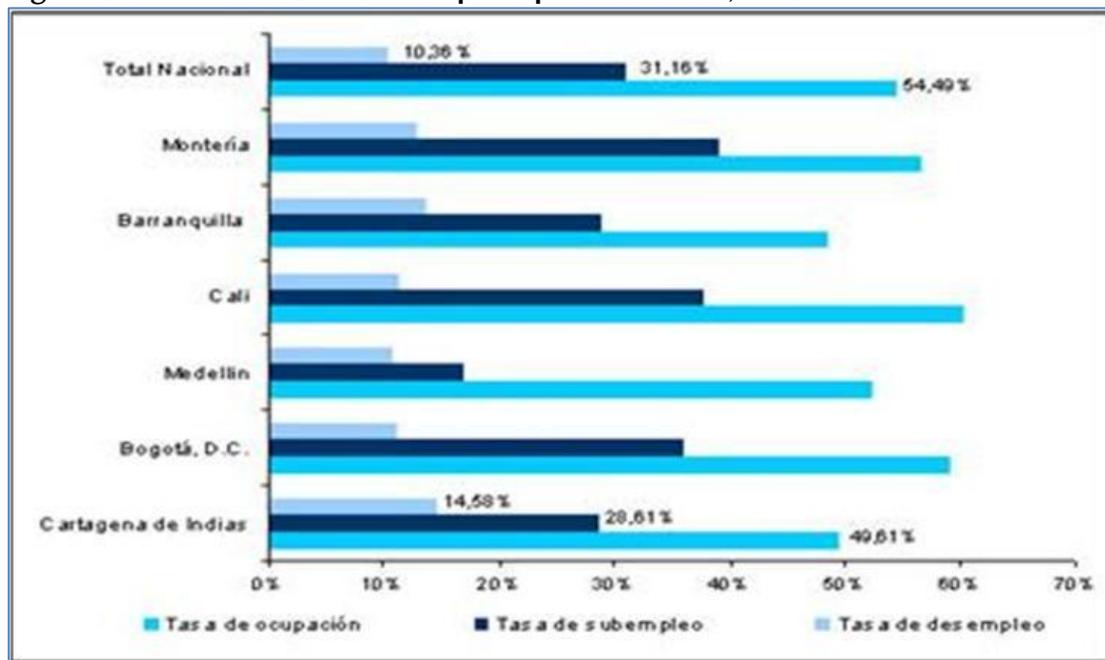
Tabla 3-58 Descripción general del mercado laboral en Cartagena, 2005

Concepto	Cartagena (Miles)	Participación
Población total	962	
Población en edad de trabajar	723	75,12%
Población económicamente activa	420	43,63%
Ocupados	359	37,27%
Desocupados	61	6,36%
Abiertos	57	5,90%
Ocultos	4	0,46%
Inactivos	303	31,50%
Subempleados	120	12,48%
Insuficiencia de horas	14	1,48%
Empleo inadecuado por competencias	14	1,43%
Empleo inadecuado por ingresos	118	12,28%

Fuente: DANE - Encuesta Continúa de Hogares –ECH, tomado de <http://www.proexport.gov.co>

En el año 2005, la tasa de desempleo de Cartagena se ubicó en 14,58%, mientras que en ciudades como Bogotá, Medellín, Barranquilla, Montería y Cali, esta misma tasa obtuvo un mejor desempeño ubicándose en niveles más bajos.

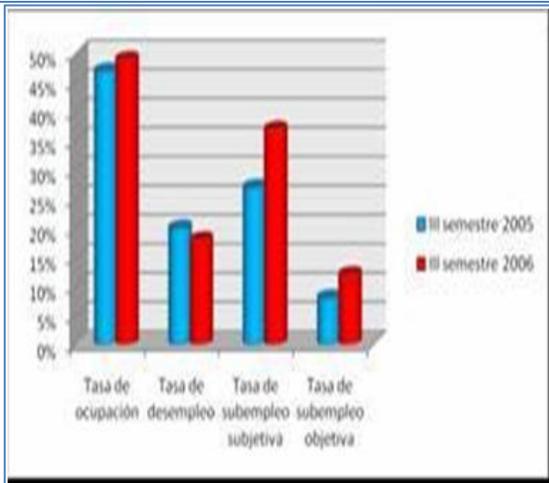
Figura 3-92 Mercado laboral en principales ciudades, 2005



Fuente: DANE - Encuesta Continúa de Hogares –ECH, tomado de <http://www.proexport.gov.co>

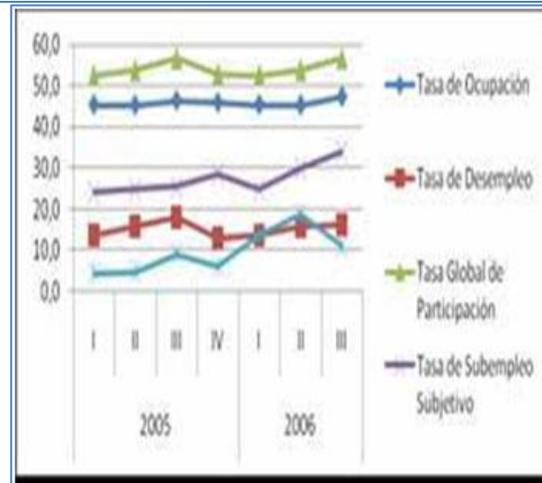
En el año 2006, la tasa de ocupación aumentó al 47.4%, con 351.439 personas ocupadas. En el último año, Cartagena generó 18.687 puestos de trabajo. La tasa de desempleo fue del 16.4%, con 36.026 personas desempleadas. La tasa de subempleo subjetiva es del 11%. Esto último implica que parte de los empleados adicionales se ocuparon en algún puesto que no satisface sus expectativas. De los 123 mil subempleados: 118 mil son inconformes con los ingresos que obtienen, 43 mil manifiestan que desempeñan oficios que no concuerdan con sus capacidades y 17 mil afirman que trabajan pocas horas⁹⁹.

Figura 3-93 principales indicadores laborales. tercer trimestre



Fuente: Diseño Investigaciones Económicas DANE-ECH

Figura 3-94 Tasas de ocupación, global de participación, desempleo y subempleo trimestrales



Fuente: Cámara de Comercio de Cartagena¹⁰⁰.

Sin embargo, con respecto a 13 ciudades y áreas metropolitanas del país, Cartagena registra uno de los peores indicadores laborales del país, siendo la segunda ciudad con el desempleo más alto, superada solo por Ibagué, y con la tasa de ocupación más baja, junto a Manizales¹⁰¹.

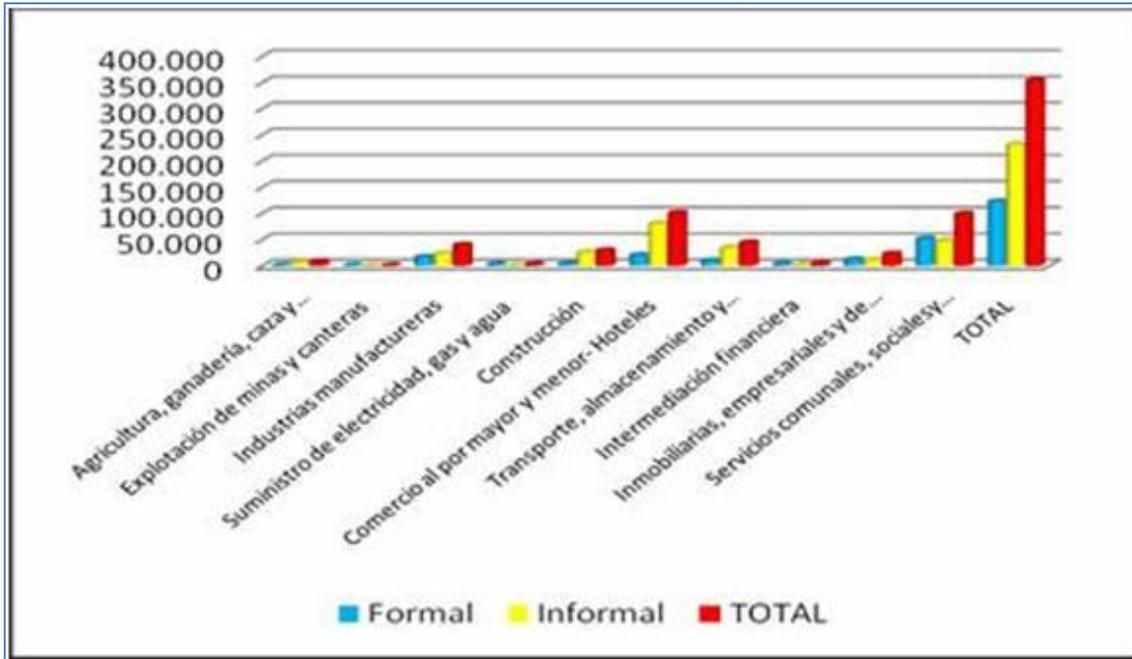
En cuanto a la ocupación por sectores económicos, la siguiente gráfica ilustra la situación para Cartagena:

⁹⁹ Cámara de Comercio de Cartagena. Informe Económico Anual de la jurisdicción, 2006. Cartagena de Indias, Enero de 2007. 27 páginas. ISSN 1909-0617.

¹⁰⁰ Departamento de Investigaciones Económicas con base DANE - ECH, 2007

¹⁰¹ Ibid.

Figura 3-95 Población ocupada, formal e informal, según rama de actividad 2006



Fuente: DANE.

La mayor parte de la población ocupada se desempeña en el sector informal (65,28%), mientras que solo el 34,62% hace parte del sector formal de la economía. La mayor parte de la población ocupada es independiente (52,25%), siguen los obreros y los empleados particulares (29,02%). El sector comercial y hotelero es la principal fuente de empleo, reuniendo el 28,4% del total de empleados, seguido del sector servicios comerciales, sociales y personales con el 28,1%. El sector de transporte concentra el 14% y el industrial concentra el 12% de los empleos.

Así las cosas, se observa un alto índice de informalidad en el empleo de Cartagena, lo cual se traduce en menores condiciones de vida y explica la alta tasa de cobertura del régimen subsidiado en salud – SISBEN, con casi el 74% de la población total de Cartagena.

Toda la industria manufacturera de la ciudad generó el año pasado 40.154 empleos, de estos 16.721 son formales. A su vez, el sector de transporte, almacenamiento y comunicaciones generó otros tantos (44.513 empleos), donde 9.954 fueron formales. Por lo tanto, la zona industrial y portuaria de Mamonal contribuye con cerca del 87% de la ocupación formal de la ciudad.

Industria. Los sectores industriales claves para la economía de la ciudad de Cartagena son: metalmecánica, petroquímica y derivados, alimentos y bebidas, turismo, ingeniería y obra

civil, eléctrica. Para los sectores rurales, la economía se fundamenta en los desarrollos agroindustriales y pesqueros, contando con los esquemas de cadena productivas.

Área de influencia directa e indirecta.

Dado que la Economía de Cartagena gira alrededor de tres actividades principales como son la función portuaria, el turismo y la industria, y que las dos primeras se desarrollan dentro de la Bahía, considerada el área de influencia directa del proyecto, este capítulo se desarrolla para las dos áreas de influencia (directa e indirecta) conjuntamente, teniendo en cuenta aspectos como tráfico portuario, ingresos de la ciudad por esta función, generación de empleo, turismo en la Bahía y se incorpora igualmente el ejercicio de la actividad pesquera artesanal, por representar un interés general para los fines de las operaciones portuarias de la bahía.

Es importante resaltar que los estudios económicos sobre la región del Caribe han apuntalado al corredor Santa Marta-Barranquilla-Cartagena como el eje estratégico para la competitividad del país, en el contexto de la globalización. Este corredor concentra más del 50% del PIB regional y también el 50% del total de la carga portuaria del país¹⁰².

El desarrollo económico de Cartagena está asociado a tres sectores: la industria, el sector portuario y el turismo y prácticamente otros sectores dependen en buena medida de las dinámicas que generen estos.

Comercio exterior: A nivel del comercio exterior, cada una de las ciudades del eje Caribe presenta un grado de especialización en relación al transporte de carga: Cartagena tiene un crecimiento asociado al tráfico de contenedores (trasbordo), Barranquilla como terminal multipropósito y Santa Marta se asocia al transporte a granel y del carbón. Del total exportado por el país en el 2006, el 61,7% salió por los puertos de la Costa Caribe, ocupando Cartagena el primer lugar al representar el 44,1% del valor total, con un incremento del 13,4% respecto al mismo período de 2005¹⁰³. A marzo del 2006, el INCO ya tenía previsto reconocer las seis concesiones hoy activas (nuevas o ampliadas) de terminales portuarios en Cartagena, de un total de 18 en el país (el 30%)¹⁰⁴.

Según registros del 2006, las exportaciones de la Costa Caribe totalizaron US\$ 6.218 millones, con un crecimiento del 16,3% respecto al año 2005, representando el 25,5% del

¹⁰² VILORIA DE LA HOZ, Joaquín. Ciudades portuarias del Caribe colombiano: propuestas para competir en una economía globalizada. En: Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. No. 80. Cartagena de Indias: Banco de la República y Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER), noviembre de 2006.

¹⁰³ <http://www.proexport.gov.co>

¹⁰⁴ VILORIA DE LA HOZ, op cit.

total nacional¹⁰⁵ y conforme las proyecciones adelantadas a la fecha, se estima que en el 2009 la refinería de Cartagena exportará alrededor de 540 millones de dólares en productos, ampliando en consecuencia las predicciones de exportación reseñadas.

Las exportaciones del departamento de Bolívar se concentran en la industria de químicos industriales, que representan el 66,9%. Otros sectores importantes son los de plásticos, otros minerales no metálicos, fabricación de productos alimenticios, industrias metálicas básicas de Hierro y acero y comercio al por mayor, los cuales agruparon el 26,3% de las exportaciones de Bolívar, mientras que el resto de actividades económicas representan el 6,9%

Figura 3-96 Exportaciones de bolívar según actividades económicas, 2006*



Fuente: Cálculos y Diseño Investigaciones Económicas con base en cifras de la DIAN – SIEX¹⁰⁶

Las exportaciones no tradicionales ascendieron a US\$ 2.392 millones FOB, con crecimiento 8,4%. Los grupos de productos de mayor monto exportado fueron: plásticos y sus manufacturas (US\$ 671 millones FOB y 13,9% de crecimiento), los productos diversos de la industria química (US\$ 178 millones, -7,4%), los animales vivos de la especie bovina (US\$ 145 millones, 3,5%), bananos (US\$ 131 millones, 5%), pescados, crustáceos y moluscos (US\$ 112 millones, -8,4%) y cementos (US\$ 104 millones, 4,7%). En conjunto estos productos contribuyen con el 21,6% del total exportado por la región Caribe y el 56,6% de las exportaciones no tradicionales.

¹⁰⁵ <http://www.proexport.gov.co>

¹⁰⁶ Cifras a Septiembre de 2006

Las importaciones por su parte muestran una dinámica creciente sostenida desde el año 2004 en los tres primeros trimestres, alcanzando un crecimiento medio de 55,8% entre los periodos de referencia. Como se puede apreciar, para los tres primeros trimestres del año 2006 las importaciones crecieron 45,7% frente al registro del mismo periodo en el 2005 alcanzando US\$ 1.534 millones de dólares, que a su vez representan el 95,5% del total de las compras al extranjero durante todo el año 2005, con lo cual las importaciones llega a ser 1,9 veces superiores al registro de exportaciones en el periodo enero – septiembre del 2006.

Las importaciones muestran una gran concentración en la industria de Químicos industriales (42,6%), le sigue maquinaria eléctrica (13,6%). Siguen sectores como refinación de petróleo, maquinaria excluida la eléctrica, material de transporte, metálicas básicas de Hierro y acero, metalmecánica excluida maquinaria, otros químicos, y diversos y no clasificados, que representan en conjunto un 34,5% de las importaciones del departamento, mientras que el resto de sectores importadores representan un 9,2% de las compras al extranjero.

Figura 3-97 Importaciones del Dpto. de Bolívar según actividades económicas¹⁰⁷



Fuente: Cálculos y Diseño Investigaciones Económicas con base en cifras de la DIAN – SIEX.

Tráfico Portuario: Cabe recordar que Cartagena de Indias fue fundada durante la conquista española con el objetivo de servir como puerto militar, dada su ubicación estratégica y la

¹⁰⁷ Cifras a Septiembre de 2006

conformación natural privilegiada de su Bahía la cual ofrece protección a fuertes corrientes y vientos, con un dominio total sobre el ingreso de embarcaciones, por la entrada de Bocachica y el cierre de la entrada norte mediante la construcción de la escollera. La ubicación permite en términos de la operación portuaria efectuar movimientos de embarcaciones amplios y seguros, a lo largo del año, se facilita el atraque directo y las operaciones de fondeo. La superficie total es la Bahía es de 82 Km².

Actualmente, el posicionamiento de Cartagena como puerto se expresa con una participación del 12.5% en el total del movimiento marítimo del país, donde el comercio exterior, con 7.5 millones de toneladas al año, representa el 70% del movimiento total del puerto de Cartagena. Cartagena es el principal puerto de tránsito de mercancías (contenedores), con una participación del 76% en el total nacional, movimiento que asciende a 2.2 millones de toneladas al año. También es el principal puerto de cabotaje del país, con una participación del 45%. Así mismo, el movimiento fluvial de Cartagena representa el 85% del total nacional. La importancia del puerto de Cartagena se ilustra con las estadísticas que aparecen en la siguiente tabla:

Tabla 3-59 Tráfico de Mercancías por vía marítima según región portuaria – 2004 (Toneladas)

Región Portuaria	C Exterior	Cabotaje	Fluvial	Transito	Total	Participación
Guajira	25.125.901	-	-	-	25.125.901	29,1%
Santa Marta - Ciénaga	27.087.161	28.999	-	3.695	27.119.855	31,4%
Bocas de Ceniza - Calamar	5.022.959	172.315	133.467	2.408	5.331.148	6,2%
Cartagena	7.509.485	242.497	780.590	2.275.972	10.808.544	12,5%
Golfo de Morrosquillo	6.689.110	40.269	-	-	6.729.380	7,8%
Golfo de Urabá	1.500.000	28.618	-	-	1.528.618	1,77%
Pacífico Medio	8.566.777	-	-	717.234	9.284.011	10,8%
Pacífico Sur	393.368	26.869	-	-	420.237	0,5%
Total	81.894.762	539.567	914.057	2.999.309	86.347.695	100,0%
Participación	94,8%	0,6%	1,1%	3,5%	100,0%	

Fuente: Supertransporte, citado en el documento CONPES 3342.

De esta forma, las actividades portuarias de la ciudad de Cartagena se pueden clasificar en tres componentes económicos: infraestructura y terminales de carga para el comercio exterior, transporte marítimo-fluvial (principalmente carga) y la navegación por la Bahía y alrededores (Archipiélago de las Islas del Rosario y San Bernardo) para la realización de actividades de turismo y recreación.

En infraestructura, la Bahía cuenta con muelles para el atraque de las embarcaciones de cabotaje, como los muelles de Almagran, Almadelco, Transpetrol, Arrocería Nacional,

Aserradero El Bosque, Interoceánica, Naviera Costa Brava y Resenal. Hay otros muelles que manejan actividades de turismo y recreación, como Pegasos, Club de Pesca y Marina Santa Cruz. Existen igualmente muelles para atender las actividades de pesca industrial como el de Oceanos, Vikingos, Pezcaribe y otros.

Así mismo, la Bahía cuenta con muelles especializados para el manejo de productos químicos, hidrocarburos y están los de carga general (de reciente conformación) como el Terminal Marítimo y Fluvial de Cartagena (SPRC), Contecar, Muelles El Bosque, Zona Franca, muelle de Contenedores de Cartagena el Puerto Mamonal S.A. La relación de los 57 muelles que operan en la Bahía, clasificados según actividades económicas, con el registro del número de embarcaciones que en promedio transitan por la Bahía en un mes, se presenta a continuación:

Tabla 3-60 Movimiento de embarcaciones en la Bahía de Cartagena – promedio por mes

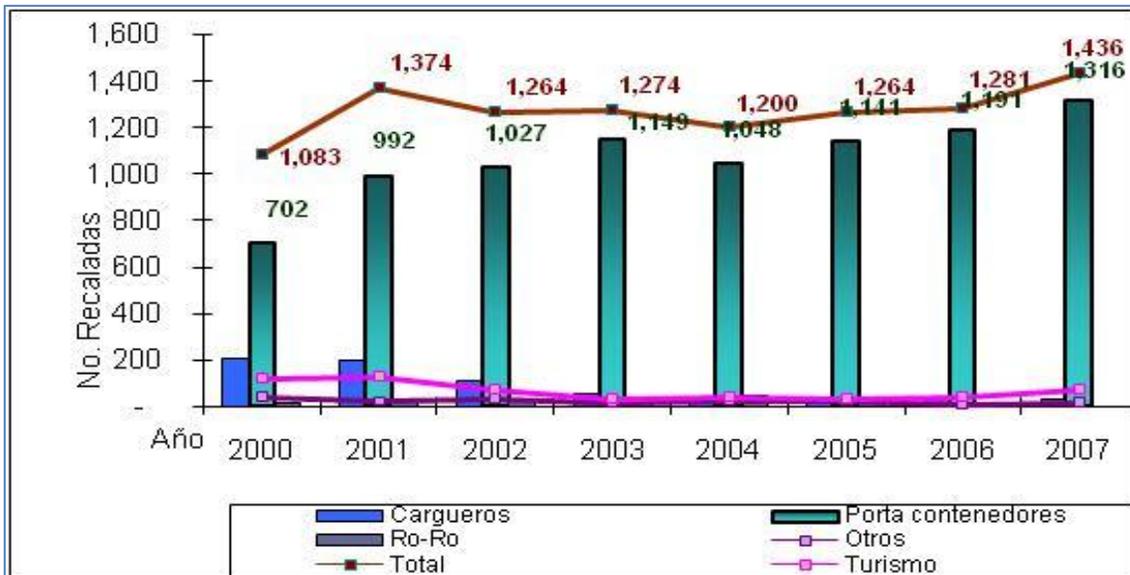
ACTIVIDAD ECONOMICA	UBICACIÓN DEL MUELLE			NÚMERO DE EMBARCACIONES			Total
	# Muelles	B. Interior	B. Exterior	> 50,000 Ton.	Entre 100 y 50,000 Ton.	< 100 Ton.	
Terminales Portuarios	4	2	2	0	113	30	143
Productos Químicos	7	0	7	0	14	0	14
Hidrocarburos	8	0	8	9	25	1.032	1.066
Muelles Pesqueros	8	0	8	0	110	22	132
Astilleros	5	0	5	0	32	2	34
Muelles de Cabotaje	13	13	0	0	36	15	51
Muelles para Turismo y Recreación	7	7	0	0	112	3.655	3.767
Actividades Varias	5	2	3	N.D	N.D	N.D	N.D
TOTALES	57	24	33	9	442	4.756	5.207

Fuente: Cardique y Urbano 1997; citado en el documento Técnico de soporte – diagnóstico para el Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de Indias.

Entre la Bahía Interna y la Externa se observa una especialización, en la Interna se ubican los muelles para cabotaje y se desarrollan las actividades de turismo y recreación. En términos de número de embarcaciones, el mayor movimiento se adelanta por turismo y recreación (72% del total), con un promedio de 3,655 embarcaciones de menos de 100 toneladas de peso por mes, y 112 embarcaciones de peso mayor a 100 toneladas y menos de 50,000. Le sigue el sector de hidrocarburos, con una participación del 20% en el total, 1,032 embarcaciones de menos de 100 toneladas de peso, 25 embarcaciones, promedio mes, entre 100 y 50,000 toneladas y el es único sector que recibe embarcaciones de más de 50,000 toneladas de peso. De tamaño intermedio están las embarcaciones para los movimientos portuario, pesquero y de turismo. Los muelles públicos fueron entregados en concesión a la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, Muelles El Bosque y CONTECAR.

Por ello, el Distrito recibe ingresos tributarios, que se denominan de contraprestación portuaria - Ley 1 de 1991 y son de libre destinación. Según estadísticas de la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena¹⁰⁸ la evolución del número de recaladas, 2000 – 2007, por tipo de embarcación, es la siguiente:

Figura 3-98 Número de Recaladas – Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, 2000 - 2007



Fuente: elaboración de la consultoría con base en <http://www.puertocartagena.com>

La Sociedad ha tenido en el período 2000 – 2007 un crecimiento promedio anual de 4.3%; mientras en el 2000 el transporte por contenedores representaba el 65% del total, en el 2007 es el 92%, lo cual indica una mayor especialización. En la Sociedad, el transporte por cargueros ha venido disminuyendo, al pasar de 210 en el 2000 a 32 en el 2007. La Sociedad cuenta con 8 muelles de atraque de longitudes que oscilan entre 130 a 270 m de longitud, es posible atender buques post-Panamax de un calado operacional de 43 pies.

Las instalaciones de CONTECAR¹⁰⁹, ubicadas en el sector de Ceballos dentro de la Zona Industrial de Mamonal, comprenden una línea de muelle de concreto con 380 m de longitud para operar embarcaciones de hasta 41´ de calado; hay dos grúas móviles multipropósito con una capacidad de izaje de 100 toneladas, dotadas con spreaders de expansión automática para contenedores de 20 y 40´. Las áreas para depósito de mercancías diferencian los contenedores y la carga a granel, con un área total de 9,000 m

¹⁰⁸ Tomado de <http://www.puertocartagena.com>

¹⁰⁹ Sociedad Terminal de Contenedores de Cartagena S.A.

con cubierta y 177,353 m sin cubierta. Las zonas de parqueaderos para tractomulas pueden albergar hasta 120 vehículos y existe una estación de refrigerados para 84 contenedores¹¹⁰. CONTECAR maneja hasta 120,000 TEUS por año y 600,000 toneladas anuales de carga general. Puede atender embarcaciones hasta de 5,500 TEUS. La principal naviera del mundo Maersk Line puso a disposición una flota de naves tipo Panamax, que conecta a Colombia con los puertos del oriente de Asia¹¹¹.

Foto 3-1 Muelle de carga SPRC



Fuente: tomado de <http://www.puertocartagena.com>

Las estadísticas sobre el movimiento de carga en el Puerto de Cartagena para 1996 y 2007, establecen un crecimiento en los últimos 10 años, al pasar de 11 millones a 14.5 millones de toneladas por año. La distribución por actividades económicas es la siguiente:

Tabla 3-61 Movimiento general de carga en la Bahía de Cartagena, 1996 y 2007

ACTIVIDAD ECONOMICA	Año 1996		Año 2007	
	TONELADAS	Distrib. %	TONELADAS	Distrib. %
Hidrocarburos	6,199,741	56.3	7,881,806	54.2
Productos Químicos	2,178,722	19.8	2,254,212	15.5
Carga General y Cabotaje	2,349,520	21.3	3,509,383	24.2
Bebidas y Alimentos	291,647	2.6	886,177	6.1
TOTALES	11,019,630	100	14,531,578	100

Fuente: Superintendencia General de Puertos; tomado de Cámara de Comercio de Cartagena estadísticas básicas y cálculos del consultor con base en la DIAN – SIEX y la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena.

¹¹⁰ <http://www.puertocartagena.com>

¹¹¹ Tomado de Viloria de la Hoz, Joaquín. “Ciudades Portuarias del Caribe Colombiano: propuestas para competir en una economía globalizada”. Documentos de trabajo sobre economía regional No. 80. Banco de la República – CEER. Cartagena, Noviembre 2006.

Se observa la concentración del volumen de carga, en el Puerto de Cartagena, del sector de hidrocarburos con el 56 y 54% para 1996 y 2007 respectivamente. Le siguen los productos químicos con el 20 y 15%, esta participación baja en el tiempo porque el crecimiento es relativamente pequeño frente al crecimiento de los otros sectores. Es de recordar que la zona industrial de Mamonal se constituyó en 1957 a partir de la ubicación de la Refinería de Cartagena y hoy en día es clara la predominancia e importancia del sector petroquímico para la economía y el comercio exterior de Cartagena, donde, por ejemplo, en carga estos dos subsectores generan tres veces más movimiento en el Puerto que la carga en general (metales, alimentos, textiles y otros sectores). A este movimiento de carga, que corresponde al comercio exterior, debe adicionarse los movimientos por transbordos, los cuales, por ejemplo, en la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena registran para el 2007 un total 3.607.304 toneladas.

La Bahía de Cartagena cuenta con 15 muelles privados para el transporte de hidrocarburos y productos químicos. Por hidrocarburos, la Bahía recibe 9 embarcaciones, promedio mes, con un peso de carga superior a las 50,000 toneladas¹¹². Por el volumen de carga el principal muelle en la Bahía es el Terminal Néstor Pineda de Ecopetrol. También están los terminales de ESSO (lubricantes y combustibles), el de CODI – Mobil y Texaco, la estación Mobil La María (con un movimiento de 900 embarcaciones promedio mes) y la estación Texaco en el Club de Pesca. Los muelles para productos químicos son: Abocol, Alcalis de Colombia, Colterminales, Colclinker, Dexton, Dow Química y Petroquímica. De ellos, el de Algranel es el único que se localiza cerca de asentamientos residenciales¹¹³.

Tabla 3-62 Movimiento de hidrocarburos – 1996

Sector Hidrocarburos	1996	IMPO	EXPO
ECOPETROL	5.706.542	315.092	5.391.450
Petroquímica	360.387	360.387	0
Mobil de Colombia	82.924	82.924	0
Texas Petroleum	30.199	30.199	0
ESSO Colombiana	19.689	19.689	0
TOTAL HIDROCARBUROS	6.199.741	808.291	5.391.450

Fuente: Distrito de Cartagena de Indias. Plan de Ordenamiento Territorial 2000 – 2009

El 92% del movimiento portuario de hidrocarburos en Cartagena lo realiza ECOPETROL, 73% por el Terminal Néstor Pineda, básicamente por el combustóleo, combustible que

¹¹² 5 embarcaciones por el Terminal Néstor Pineda y 4 por la Refinería de Cartagena.

¹¹³ Distrito de Cartagena de Indias. Plan de Ordenamiento Territorial 2000 – 2009. Componente General.

utilizan las embarcaciones. El ingreso de crudo a la Refinería de Cartagena ascendió en 1996 a cerca de 504 mil toneladas. También están 403,200 toneladas de gasolina, 384.000 de ACPM y 310,800 de otros productos; la participación de la Refinería es del 25% en el movimiento total de hidrocarburos. ESSO, MOBIL y Texaco transportan gasolina y lubricantes¹¹⁴.

La restricción para el ingreso de buques de gran calado a la Bahía se encuentra sobre la profundidad, de 12 metros en el canal de acceso por Bocachica. Por ello, el Gobierno Nacional ha efectuado varios dragados sobre el canal. Ya dentro de la bahía, el canal navegable cuenta con profundidades de hasta 30 metros (como sucede con el acceso al muelle de Conastil) y anchos de 174 m; otros, como el de Manzanillo – Terminal Marítimo tienen un longitud de 14.8 Km. y han tenido que ser dragados, para ofrecer una profundidad de 14 m¹¹⁵. Tanto el canal navegable de la Bahía, como aquellos de acceso a los diferentes muelles e instalaciones portuarias autorizadas, se encuentran señalizados, mediante boyas.

El terminal portuario de Ecopetrol puede almacenar aguas de lastre, a razón de 400 ton/mes, está dotado con un tanque de almacenamiento de 70,000 barriles, tiene un separador API – 02 en piscinas desnatadoras, y se ha trabajado en la implementación del Convenio MARPOL 73/78, para prevenir la contaminación de la Bahía, dada la operación de los buques que cargan hidrocarburos y otras sustancias perjudiciales.

A continuación, se presenta la descripción económica de cada uno de los componentes portuarios para la ciudad de Cartagena de Indias.

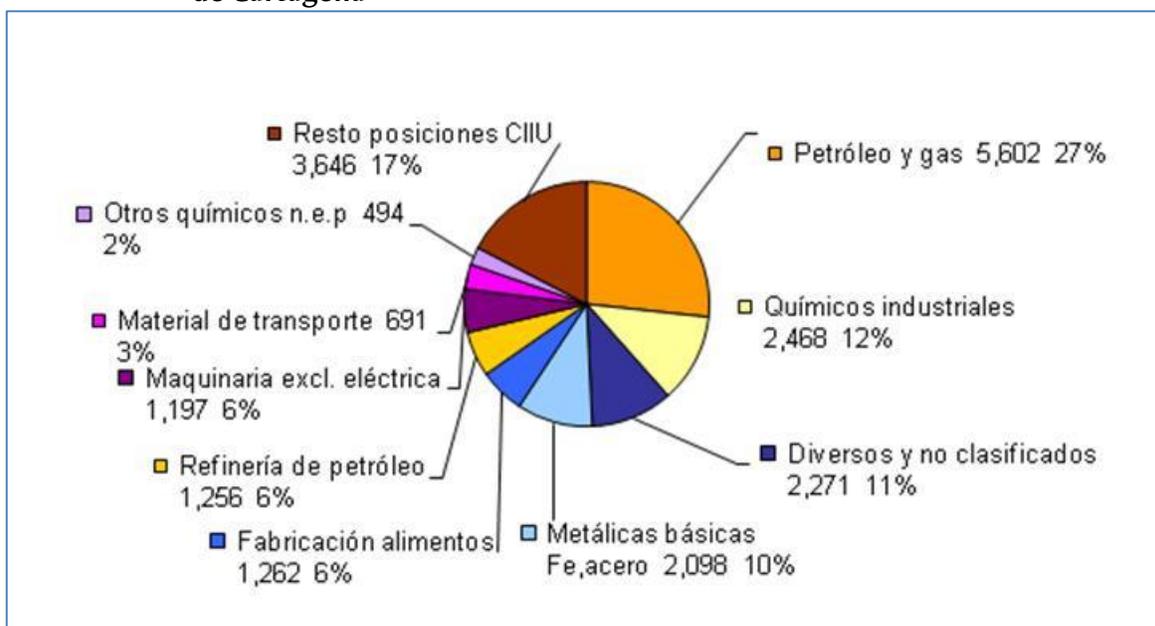
Comercio Exterior de Cartagena desde el Puerto: En el 2006, el volumen del movimiento portuario en la costa Caribe fue de 91 millones de toneladas, lo cual representó el 88% del volumen total de carga del país. El valor total de las exportaciones por la costa Caribe ascendió a US\$ 6,218 millones, lo cual representa el 61% del total nacional. Los principales productos exportados por la costa Caribe son del sector minero: i) carbón, con el 52% del volumen total del Caribe por Bahía Portete, Santa Marta y Cartagena (colclinker), ii) ferroníquel por Cartagena, y iii) petróleo (16%), por el golfo de Morrosquillo y Cartagena. El principal puerto del Caribe es Cartagena, que representa el 44% del valor total de las exportaciones y el 21% de las importaciones.

¹¹⁴ Tomado de Urbano 1997; citado en el documento Técnico de soporte – diagnóstico para el Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de Indias

¹¹⁵ Distrito de Cartagena de Indias; op cit.

Por la Aduana de Cartagena, la composición del comercio exterior registra un dominio del sector de petróleo, con una participación del 27% en el total de Cartagena para el 2007 y un valor FOB de 5,602 millones de dólares. Le sigue la industria química, con una participación del 12%. También están los metales básicos de hierro y acero con el 10%, la fabricación de productos alimenticios con el 6% y los productos de refinería de petróleo y derivados con el 6% y un valor de comercio exterior que asciende en el 2007 a 1,256 millones de dólares (en valor FOB).

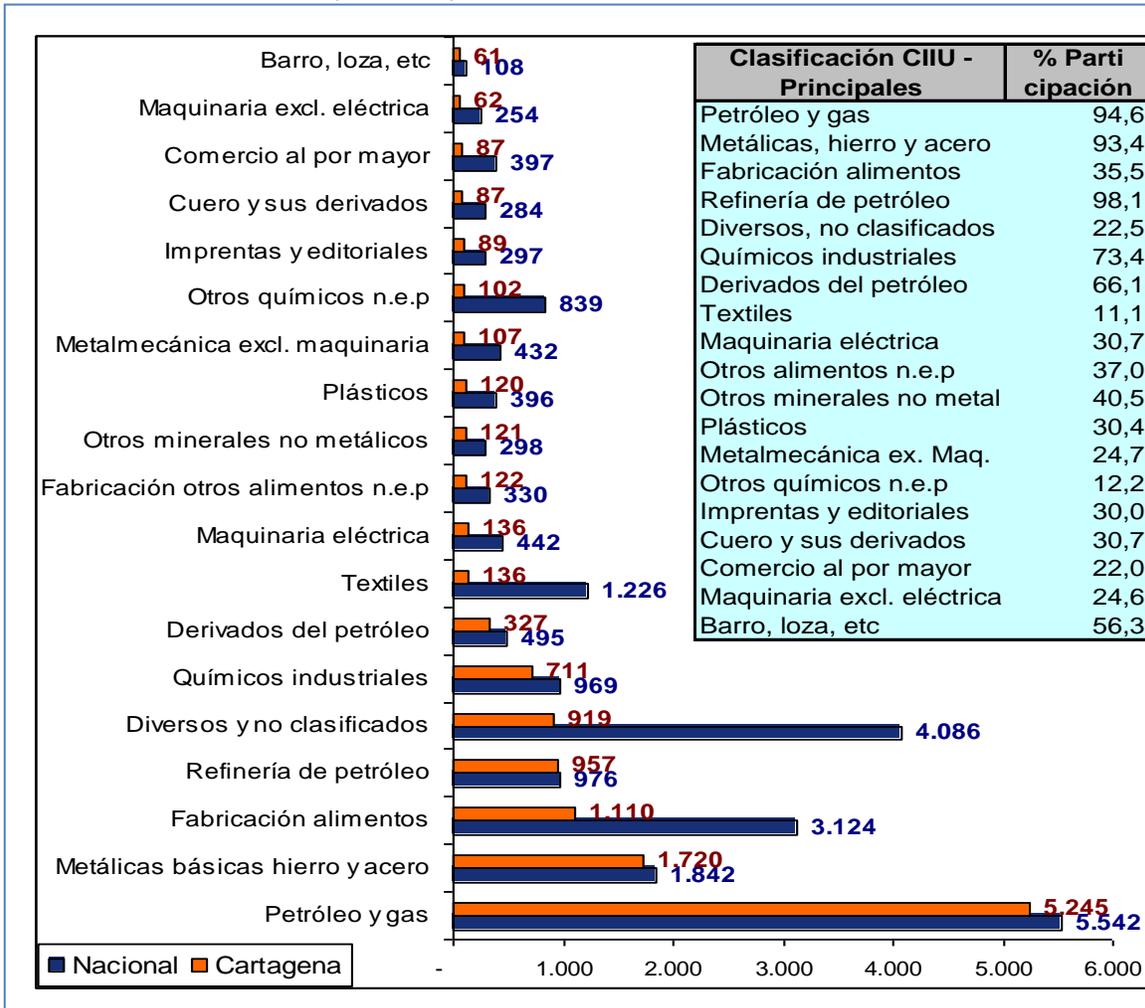
Figura 3-99 Comercio Exterior de Cartagena según clasificación CIU – 2007. Valor FOB en millones de dólares y distribución porcentual por categoría en el total de Cartagena



Fuente: DIAN – SIEX, 2007.

La participación en el 2007 de las exportaciones e importaciones por la Aduana de Cartagena frente al total nacional, según los principales sectores de clasificación CIU, se presenta en las siguientes gráficas:

Figura 3-100 Exportaciones según clasificación CIU – Nacional y Cartagena, 2007 - Valor FOB (US\$Mill.)



Fuente: Elaboración de la consultoría a partir de la base de datos de la DIAN – SIEX, 2007.

Se puede observar que las exportaciones de petróleo del país se realizan en un 94% por el Puerto de Cartagena y en el 2007 éstas ascendieron a US\$ 5,245 millones (valor FOB). Los productos de refinería de petróleo también concentran el 96% de sus exportaciones por el Puerto de Cartagena, con un valor de US\$ 957 millones en el 2007 (valor FOB). Los productos derivados de petróleo tienen exportaciones por Cartagena por un valor de US\$ 326 millones, con una participación del 66%.

Figura 3-101 Importaciones según clasificación CIU – Nacional y Cartagena, 2007. Valor CIF (US\$Mill.)



Fuente: Elaboración de la consultoría a partir de la base de datos de la DIAN – SIEX, 2007.

Las importaciones de petróleo se realizaron, en el 2007, en un 99.8% por el Puerto de Cartagena, con un valor de US\$ 364 millones (valor CIF). De las importaciones de productos de refinería de petróleo, Cartagena concentra el 50% con un valor de US\$ 309 millones (valor CIF). Las importaciones de derivados del petróleo tienen un valor de US\$ 67 millones por Cartagena, con una participación del 61%. También es importante la concentración por el Puerto de Cartagena de las importaciones de productos químicos industriales, con un valor de US\$ 1,867 millones en el 2007 (valor CIF).

El crecimiento de las exportaciones del sector petroquímico por el puerto de Cartagena ha sido durante el período 1994 – 2007 muy significativo, pues pasó de US\$ 151 a 1,668

millones. Así mismo, la especialización del Puerto de Cartagena para las exportaciones de estos sectores es mayor: en 1994 Cartagena tenía el 47% del total nacional petroquímico, en el 2007 es el 85%. Para el subsector de fabricación de productos de la refinación de petróleo, las exportaciones, en la última década aumentaron 7 veces su valor, pasando de US\$ 247 a 1,896 millones en el 2006. Las importaciones pasaron, en este mismo período, de US\$ 284 a 457 millones¹¹⁶. De esta forma, las exportaciones de este subsector representan el 10% del total de exportaciones por la Aduana de Cartagena y el 4% de las importaciones.

Tabla 3-63 Balanza comercial para la fabricación de productos de la refinación de petróleo - 1998 – 2007 (Millones de dólares a precios FOB)

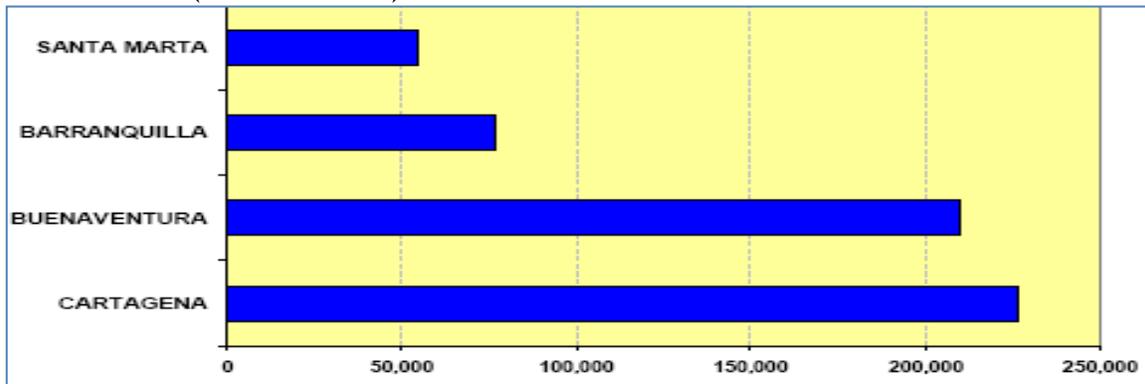
Año	EXPORTACIONES			IMPORTACIONES			Balanza
	Total	Rama (29)	% Part.	Total	Rama (29)	% Part.	Balanza Rama (29)
1998	10.866	247	2,3%	13.768	284	2,1%	-37
1999	11.617	429	3,7%	9.991	223	2,2%	206
2000	13.158	778	5,9%	10.998	176	1,6%	602
2001	12.330	707	5,7%	11.997	125	1,0%	581
2002	11.975	713	6,0%	11.897	151	1,3%	562
2003	13.129	936	7,1%	13.026	187	1,4%	749
2004	16.788	1.322	7,9%	15.649	198	1,3%	1.124
2005	21.190	1.684	7,9%	19.799	391	2,0%	1.293
2006	24.391	1.896	7,8%	24.534	457	1,9%	1.439

Fuente: DIAN- cálculos del DANE.

El movimiento del puerto de Cartagena representa el 88.7% del volumen de comercio exterior que sale por esta ciudad – la Aduana de Cartagena. A su vez, Cartagena es el principal puerto para los recaudos aduaneros del gobierno nacional.

¹¹⁶ Cifras tomadas de la DIAN – SIEX.

Figura 3-102 Recaudos Aduaneros según puerto (arancel + IVA) – 2007 - Promedio mes (COL\$ millones)



Fuente: DIAN- Boletín 198 de enero – mayo 2007; tomado de Cartagena Logística para la Competitividad; Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, Octubre de 2007.

Para determinar el impacto del proyecto sobre la dinámica de la economía de Cartagena, se puede destacarse que éste se encuentra, de acuerdo a la información registrada anteriormente, sobre el crecimiento del volumen y valor del comercio exterior de la ciudad. Es de señalar que las exportaciones de productos de refinación de petróleo y sus derivados ascendieron en el 2007 a un valor FOB de US\$ 1,470 millones¹¹⁷ y representaron el 5% del valor total de las exportaciones del país. Por el Puerto de Cartagena, este subsector exportó US\$ 1,284 millones, con una participación del 87% en el total nacional. A su vez, las exportaciones de este subsector representaron el 10% del valor total de las exportaciones de Cartagena. En importaciones, en el 2007 éste subsector tiene un valor CIF US\$ a 729 millones, donde Cartagena, con un valor CIF de US\$ 375 millones, tiene una participación del 51%. Estas importaciones representan el 4% del total de importaciones por Cartagena. De esta forma, el subsector de productos de refinación de petróleo tiene una balanza comercial positiva.

La construcción y operación de un nuevo puerto en la Bahía de Cartagena para la Refinería obedece a la puesta en marcha del Plan Maestro de Desarrollo de la misma, el cual se fundamenta en la modernización y expansión de las instalaciones actuales. La Refinería contará, conforme quedó registrado en el Estudio de Impacto ambiental entregado al MAVDT y que condujo a la modificación de la licencia ambiental correspondiente, con una Unidad de Coquización Retardada, proceso que creará un nuevo producto de exportación para el país, el Petcoque. Este Petcoque es altamente demandado en el mercado internacional, siendo así, que en su máxima capacidad se pueden producir 3,147 toneladas diarias de Petcoque, lo cual contribuirá al aumento de las exportaciones del subsector.

117 Categorías 353 y 354 de la clasificación CIIU.

Así mismo, toda la modernización para el mejoramiento ambiental de los procesos de refinación permitirá la producción de un azufre que será exportado por el nuevo puerto. La refinería, puede llegar a producir hasta 262 toneladas / día de este nuevo producto. Adicionalmente, por el puerto podrán salir productos de la refinación como gasolina, diesel y jet fuel.

A futuro, se tiene planeado un servicio a terceros de trasegó de carga por el nuevo puerto, con importaciones de amoníaco anhidro, pues se prevé que el país rápidamente copará su capacidad de producción y la demanda por la industria de fabricación de fertilizantes agroquímicos va en aumento, para lo cual se resalta que tradicionalmente, las importaciones de amoníaco no han sido continuas en el país. En el 2007 por el Puerto de Cartagena ingresaron 7,304 kgm, pero por ejemplo en el 2000 no se hicieron importaciones. Así mismo, se tiene previsto que por las instalaciones del puerto puede ingresar el petróleo crudo importado.

Tabla 3-64 Nuevas Exportaciones e Importaciones previstas por el Puerto de Reficar

PRODUCTOS DE LA REFINERÍA	TonM/año	US\$ / UNIDAD	Valor US\$ / año	Toneladas Buque	# Buques / mes
EXPORTACIONES					
Coque	1.095.000	125	263.750	60.000	1,5
Azufre	91.250	74	8.874	15.000	0,5
Diesel	48.742	96	9.139.200	5.000	1,0
Gasolina	15.165	95	2.813.900	5.000	0,3
Jet fuel - destilado medio	5.120	97	970.000	5.000	0,1
IMPORTACIONES					
Crudos pesados	110.160	77	11.202.700	15.000	0,6
Amoníaco	130.000	445	422.750	5.000	2,2
TOTAL	1.495.438		24.821.174		6,1

Fuente: estimaciones de la consultoría con base en Reficar.

En volumen, el nivel de operaciones del terminal portuario de Reficar será equivalente a la mitad de los movimientos de carga que realiza el subsector de productos químicos desde Cartagena. Se calcula que al mes ingresarán a este puerto 20 embarcaciones, por lo cual está previsto un muelle para el atraque simultáneo de dos embarcaciones. En tamaño, una de las embarcaciones tendrá un tonelaje mayor a 50,000, lo cual en Cartagena sólo ocurre para el sector de hidrocarburos. La operación de este nuevo puerto representa cuatro veces más que la operación de los Puertos de Dow Química, Petroquímica Colombia y Colclinker. En valor, las exportaciones, de US\$ 13.196 millones al año representan dentro del valor total de las exportaciones de Reficar (incluyendo las exportaciones de combustibles) una participación del 52%. Para el subsector de productos de la refinación de petróleo esta nueva operación representa un aumento de las exportaciones en un 75%, lo cual es

significativo desde el punto de vista de ingresos, si se considera que este subsector representa el 5% del total de exportaciones del país.

Transporte Nacional Marítimo- Fluvial: Mediante la construcción del canal del Dique, Cartagena se pudo comunicar con el río Magdalena, la principal vía fluvial de comunicación con el interior del país. La navegabilidad del canal es de 115 Km, con una profundidad de 3.7 m. y el transporte puede resultar entre un 30 – 38% más económico que el transporte por carretera¹¹⁸, a través de planchones y remolcadores. Las principales actividades que generan transporte por el canal del Dique hacia la Bahía de Cartagena son el sector de hidrocarburos y productos alimenticios. Se estima que el movimiento de carga de y hacia la Bahía de Cartagena asciende a 1.5 millones ton/año. Actualmente, la navegación regular dispone de asistencia satelital, lo cual les permite una movilidad las 24 horas. La Bahía cuenta con los terminales pesqueros de Antillana, Atunes de Colombia, Coapesca, Frigopesca, Océanos, Vikingos, Explopesca y Pescalti¹¹⁹.

En general, la infraestructura portuaria para este tipo de transporte nacional no cuenta con los servicios viales y urbanísticos que requiere para su integración a sistemas intermodales de transporte, facilitar la entrega y seguridad de las mercancías, la prestación de servicios a los usuarios y transportadores, como ordenamiento en estaciones de servicio, talleres para maquinaria pesada, montacargas y embalajes, entre otros.

Navegación por cabotaje – pasajeros: El transporte marítimo por cabotaje comprende en la ciudad de Cartagena principalmente el turismo que se dirige hacia el Archipiélago Islas del Rosario y Barú. Los muelles de cabotaje se localizan en la Bahía Interior, aprovechando la cercanía al mercado de Bazurto y a la zona del Bosque. Están los muelles de la Bodeguita (conocido como Pegasos), La Carbonera y el Terminal Turístico de Cartagena de Indias. También se localizan las marinas y los embarcaderos que sirven a las actividades náuticas recreativas como el Club Náutico de Cartagena, la Marina Santa Cruz, Marina El Bosque (ASTEMCAR), Marina Todomar (DACOSTA S.A.) y el Club de Pesca¹²⁰. En la Bahía Interior se localiza la Base Naval ARC Bolívar (muelle militar) y la Marina del Club Naval.

Turismo y recreación, Cartagena es el principal destino turístico nacional, dados sus atractivos naturales e histórico-arquitectónicos. Constituye patrimonio histórico y cultural de la Humanidad, según declaración de la UNESCO. Así mismo, cuenta con infraestructura para la realización de congresos y convenciones. El turismo se desarrolla sobre el área Norte de la ciudad, con visitas de los turistas al centro histórico, el barrio Manga y el cerro

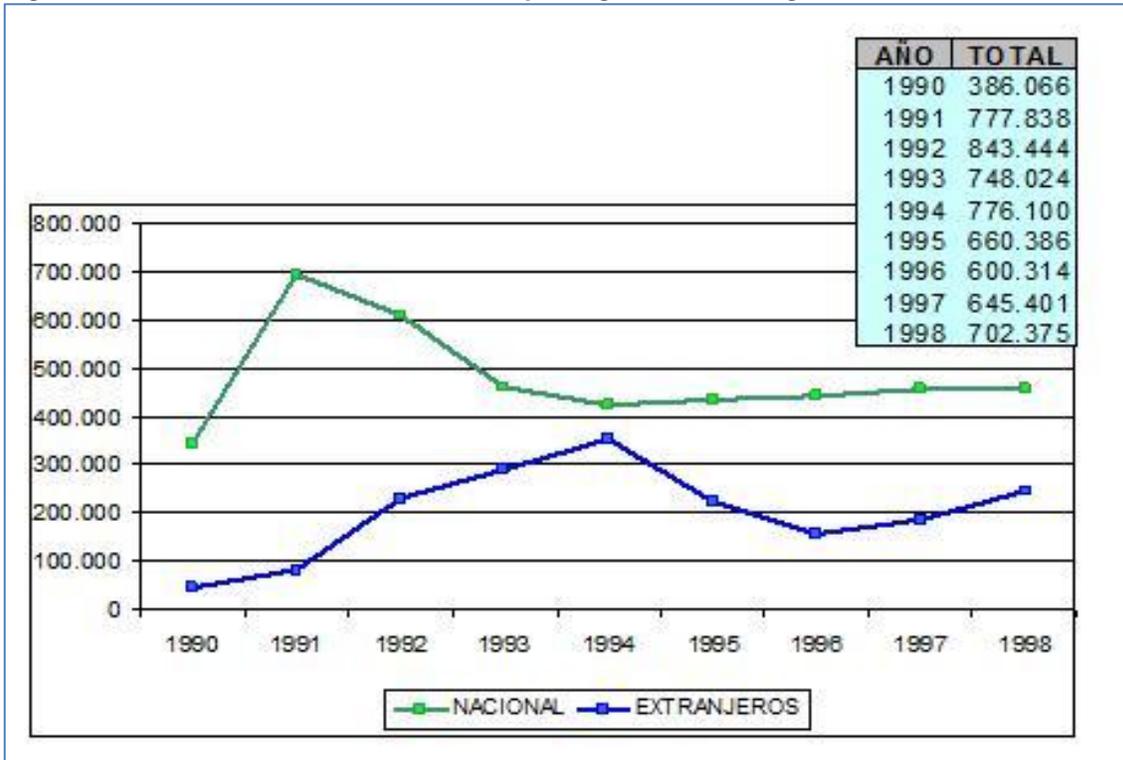
¹¹⁸ Tomado de <http://www.puertocartagena.com>

¹¹⁹ Distrito de Cartagena de Indias; op cit.

¹²⁰ Distrito de Cartagena de Indias; op cit.

de la Popa. También están las salidas desde la Bahía Interna al Archipiélago Islas del Rosario y Barú. Para la economía de la ciudad, el turismo es fuente generadora de empleo, con cerca de 45,000 empleos, entre formales e informales¹²¹. Para tener una referencia, la industria de Cartagena genera 40,154 empleos. La siguiente gráfica presenta la dinámica del turismo nacional y extranjero que llega a la ciudad:

Figura 3-103 Dinámica de los turistas que ingresan a Cartagena - 1990 – 1998



Fuente: cálculos de Araujo Ibarra & Asociados S.A., a partir de estadísticas de la Promotora de Turismo Cartagena de Indias, citado en el documento Técnico de soporte – diagnóstico para el Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de Indias.

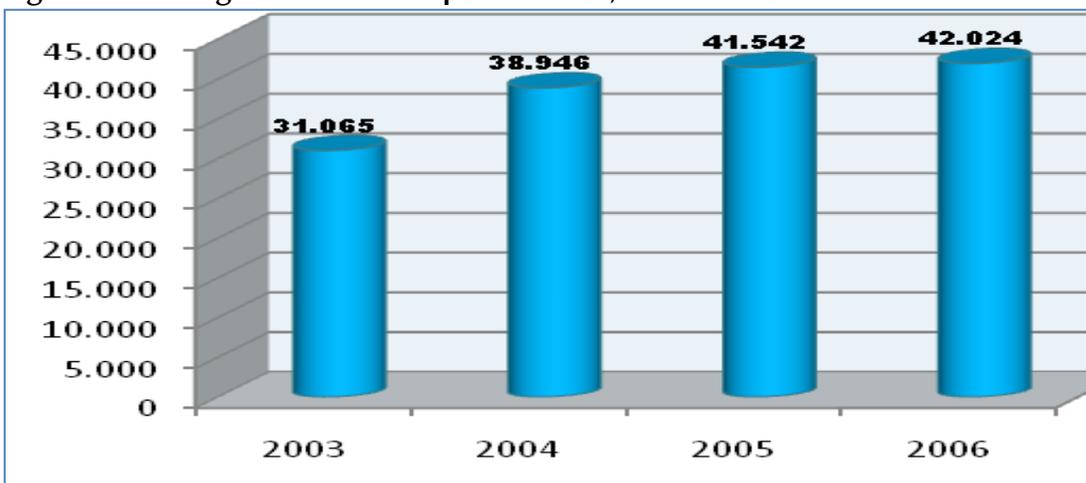
En 1998, las estadísticas registraron el ingreso a la ciudad de 702,375 turistas, donde el 29% corresponden a extranjeros, categoría que durante el período 1990 – 1994 presentó una dinámica de crecimiento y luego cayó, con una recuperación que no ha alcanzado a hoy los niveles de 1994. En turistas nacionales, 1991 registra el mayor pico con 697,564. Los siguientes años son de caída y a partir de 1995 sólo se encuentra una leve recuperación.

121 Documento Técnico de soporte – diagnóstico para el Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de Indias.

De los 8 muelles con que la ciudad cuenta especializados para el turismo (como se mencionó, localizados en la Bahía Interior) se pueden citar el conocido como Los Pegasos, el de Edurbe y el de la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena en Manga.

Turismo extranjero que ingresa por el Puerto de Cartagena: Cerca del 50% de los turistas extranjeros que ingresan a Cartagena, lo hacen por vía marítima¹²². El número de cruceros hacia la ciudad viene en aumento, con un crecimiento del 10% promedio anual. En general, estos son pasajeros en tránsito, que están menos de 8 horas en la ciudad, realizando un circuito turístico y compras.

Figura 3-104 Ingreso de turistas por cruceros, 2003 – 2006



Fuente: Corporación de Turismo Cartagena de Indias

Foto 3-2 Panorámica de un crucero



Fuente: Tomado de <http://www.puertocartagena.com>

¹²² Predominio de España y Estados Unidos como orígenes. Citado en el documento CONPES 3333.

La temporada de cruceros que ingresan a los puertos colombianos se divide en dos: la primera va hasta mayo de cada año y la segunda comienza en junio. Según los últimos registros, la primera temporada que cerró en mayo del 2008 tuvo un total de 131 recaladas en los puertos del Caribe colombiano, donde la cifra para Cartagena ascendió a 92. Se espera que la segunda temporada registre un número total de 205 recaladas y Cartagena tenga 143. Ello quiere decir que se espera para este año un ingreso de 117 cruceros a Cartagena. En un año pico, 1998, Cartagena alcanzó a recibir 166 buques. La capacidad en muelles es para recibir hasta 4 cruceros simultáneamente, información aportada por la Capitanía de Puerto de Cartagena.

Los cruceros que arriban a la Bahía tienen una eslora de 135 a 150 m. Llegan a dos terminales manejados por la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena. El Terminal Marítimo de Manga y en total los muelles de Manga suman un área de atraque cercana a 1 km. Ofrecen instalaciones para la atención de los pasajeros y de los buques (conexiones sanitarias y suministro de agua potable con una capacidad de 600 m³ cada 8 horas).

En la actualidad existen varios proyectos de desarrollo inmobiliario con fines turísticos, sobre todo en el sector de la isla de Barú, que permitirán incrementar esta actividad económica en poco tiempo. El Proyecto Playa Blanca – Barú, tiene como principal objetivo obtener un desarrollo turístico, autónomo, ágil y eficiente que fomente el turismo y el empleo, el crecimiento económico y social de la región de Barú. Para el Estado resulta de suma importancia este proyecto destinado a atender un mercado turístico nacional e internacional, el cual sería desarrollado con el aporte, entre otros, de los terrenos mayoritariamente de propiedad de la Nación, los cuales actualmente se encuentran afectos a un contrato de cuentas en participación.¹²³

Pesca: en la economía de Bolívar son importantes las actividades provenientes de la pesca, tanto de tipo industrial como artesanal. Las empresas dedicadas al cultivo de camarones iniciaron actividades en escala significativa hacia 1983; actualmente, las localizadas en la costa Caribe representan el 82% de la producción total nacional, y el destino de esta producción son las exportaciones. Se estima que el número de empleos es de 761. En la zona de influencia del Canal del Dique se localizan las siguientes empresas^{124:}

¹²³ Documento Conpes 3333 Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación Lineamiento de Política en Materia Turística – Proyecto Playa Blanca - Barú. DNP: PRAP-PROGA. Versión aprobada. Bogotá, D.C., 17 de enero de 2005

¹²⁴ ARTETA, María Eulalia, CADENA Mariela y SANDOVAL, Osiris. Caracterización Económica del Área de Influencia del Canal del Dique. Barranquilla: Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena, Laboratorio de Ensayos Hidráulicos de las Flores, diciembre 29 de 1998. 120 páginas.

Tabla 3-65 Producción camaronera en la zona de influencia del canal del dique

Finca Camaronera	Área en hectáreas		Producción en Kg.		Rendimiento (Kg./hectárea)	
	1996	1997	1996	1997	1995	1997
Camarones del Caribe	275	0	579.879	0	2.109	
Colombiana de Acuicultura	352	627	944.883	1.885.414	2.684	3.007
Agromarina Santana	71	71	148.887	170.000	2.097	2.394
Cartagenera de Acuicultura	423	423	1.613.224	1.850.000	3.814	4.374
Otras (área de Cartagena)	754	765	861.041	1.909.224	1.142	1.585
Total Zona Canal del Dique	1.875	1.886	4.147.914	5.814.638	2.369	2.840
Total Costa Caribe	2.251	1.919	5.500.275	6.217.210	2.443	3.240

Fuente: Banco de La República, Centro de Investigaciones Económicas del Caribe Colombiano; María Modesta Aguilera; Los cultivos de camarones en la Costa Caribe Colombiana. Documentos de trabajo sobre economía regional. No. 2, abril de 1998.

El censo de población dedicada a las actividades de pesca, según el INCODER, es la siguiente:

Tabla 3-66 Población de pescadores Bolívar y Cartagena

Zona	Número de pescadores
Resto Bolívar	9.600
Cartagena	16.300

Los pescadores que se ubican en el área del Canal del Dique habitan esencialmente las poblaciones de Pasacaballos, Ararca, Leticia, Santa Ana y Bocachica.

Los pescadores que realizan su actividad mar afuera son los asentados en Pasacaballos, las islas de Barú, Tierra Bomba y las islas del Rosario y se estima que ocasionalmente varios de ellos pescan dentro de la bahía de Cartagena, sin que existan registros confiables sobre el caso.

Fuente: INCODER.

En cuanto a las prácticas de pesca y como se mencionó previamente, se utiliza anzuelo, atarraya, trasmallo y por buceo (captura manual de moluscos y crustáceos y de peces con arpón); las jornadas de trabajo oscilan entre 7 y 12 horas diarias, generalmente muy de mañana o la noche, cuando, según explican los pescadores, los peces salen a la superficie. Las especies que se capturan en el área del canal del dique y zonas adyacentes de bahía de Barbacoas y otras son principalmente el róbalo, sábalo, Triana, sierra, macabí, barbudo, Congo, pacora o coya, lebranche y sable. Cada pescador obtiene un promedio de captura

diaria de 5 kg., situación que se mantiene a lo largo del año y solo en épocas de brisas, el nivel de pesca disminuye¹²⁵.

Problemática ambiental. Por otra parte, dentro de los generadores de la problemática ambiental de la Bahía está, entre otros, los acelerados cambios en las condiciones naturales de los ecosistemas que han deteriorado y disminuido el potencial pesquero en la Bahía de Cartagena como es el caso de los rellenos ilícitos en áreas de bajamar con fines de expansión urbana; la tala indiscriminada de mangle, que cumple con importantes funciones ecológicas como criaderos de especies hidrobiológicas; la deriva litoral y el elevado transporte de sedimentos; los lixiviados procedentes del basurero municipal; la agroindustria y finalmente las canteras.

Lo anterior sumado al crecimiento demográfico, la excesiva tala de las laderas, el incremento de la carga sólida del Canal del Dique, las malas prácticas agrícolas en los alrededores del canal del Dique y el desarrollo urbano, portuario e industrial, han favorecido conforme se explicó en el componente ambiental previo, la disminución de los caudales y calidad de los cuerpos de agua y la precipitada sedimentación y la contaminación de las aguas de la bahía con diferentes agentes alterógenos de la calidad ambiental de la misma, que no obstante se reconoce, registra mejoras con respecto a registros de décadas anteriores.

Como efecto de lo anterior se evidencia la disminución de las capturas en las faenas de pesca realizadas por los pescadores artesanales que realizan sus actividades tanto a nivel de la Bahía de Cartagena (de las que no se cuentan con registros de captura ajustados a la realidad por no ser la pesca oficialmente permitida), como de las demás zonas de interés asociadas al corredor pesquero regional, aunado además a la sobrepesca, que se reconoce vienen reduciendo de esta forma la oferta pesquera regional (FIDA 1993), hechos estos que desde varios años atrás han venido disminuyendo la calidad y cantidad de capturas por parte de los pescadores, a la vez que reduciendo la calidad de vida de las poblaciones rurales de pescadores artesanales asentadas en Cartagena y sus alrededores, fenómeno este que se reconoce es común a lo largo de la costa Caribe Colombiana.

Estos impactos evidentemente negativos sobre la ciudad de Cartagena y la bahía, que sirve como puerto turístico y centro cultural de importancia en el Caribe Colombiano, ponen en riesgo a las comunidades que se dedican a esta actividad, donde claro es que las mismas, a pesar de la veda vigente a la fecha, encuentra en esta y en este sitio, un medio de subsistencia.

¹²⁵ INCODER, oficina de Cartagena.

Por otra parte, en la Agenda Interna de Productividad y Competitividad, Sector Agropecuario y Minero del Departamento de Bolívar se encuentran relacionados dos subsectores productivos ligados a la Franja Costera del Departamento de Bolívar e indirectamente a la Bahía de Cartagena, que son:

- Camarones: Bolívar primer complejo camaronero exportador del país, integrando la cadena productiva (maduración, larvicultura, cultivo, procesamiento, producción de alimentos, insumos e equipos), no obstante reconocer que el mismo se encuentra hoy en día limitado por problemas sanitarios y necesariamente ligados a la aparición del denominado Virus de Taura, que ha diezmoado significativamente la productividad de las granjas camaroneras oficialmente establecidas.
- Acuicultura industrial: Desarrollo del complejo acuícola del Dique, como principal núcleo en el 2010 de producción de tilapia roja en confinamiento del Caribe Colombiano con fines de exportación.

La pesca artesanal. La pesca artesanal o de pequeña escala se caracteriza por una relativamente alta utilización de mano de obra, pero baja en capital. Tiene escaso desarrollo tecnológico y más de la mitad de sus operadores son pescadores no profesionales. Sus centros de producción se encuentran dispersos en los litorales Atlántico y Pacífico. La producción artesanal se destina para el consumo interno y para la subsistencia; sin embargo, algunos productos como el camarón se venden para su procesamiento.

La pesca en el área de influencia del Canal del Dique, conforme se ha descrito previamente, se realiza en forma artesanal utilizando generalmente atarraya, anzuelo y transmallo, siendo importante destacar que el empleo de este último arte, fue prohibido en la región por el INPA, porque a través de dichas redes se capturan peces de tamaños muy pequeños, con lo cual se afecta el stock pesquero y obviamente la reproductividad de las especies más conspicuas, que a la vez son las de mayor interés económico. Los lugares, horarios y modalidad de pesca varían de acuerdo a la ubicación del pescador.

De acuerdo con los resultados de la encuesta económica, la pesca artesanal en el departamento de Bolívar se realiza generalmente sobre las ciénagas, y en el distrito de Cartagena se desarrolla principalmente en mar abierto.¹²⁶ En Cartagena, el Canal del Dique como lugar de pesca es utilizado por el 12,5% de los pescadores (habitantes de Pasacaballos) y el resto realizan ésta actividad sobre el Mar Caribe (ocasionalmente en la Bahía de Cartagena donde no está permitida, bahía de Barbacoas ó mar afuera).

¹²⁶ Fuente: Encuesta Económica - LHF UniNorte, 1998.

De acuerdo a la Ley 13 de 1990, en el título XV capítulo segundo, artículo 161, numeral quinto, pescar en aguas contaminadas y declaradas no aptas para el ejercicio de la actividad pesquera, significa infringir la norma lo cual merece sanción.

La problemática ambiental y la pesca artesanal. Como se puede observar, la actividad pesquera artesanal en la Bahía, presenta argumentos contradictorios sobre los cuales, la verdad sea dicha, las autoridades competentes no han iniciado un proceso de discusión serio y responsable, tendiente a impulsar la adecuada toma de decisiones sobre las materias y a promover e iniciar acciones tendientes a solucionar la problemática que hoy en día ofrece la pesca en la Bahía:

- Por una parte, la existencia de la Resolución 683 de 1977 que impone una veda a la pesca, resolución que algunas instituciones desconocen y sobre la cual ninguna autoridad ha tomado acción para hacerla cumplir.
- Por otra parte, la Ley 13 de 1990, en el título XV capítulo segundo, artículo 161, numeral quinto, que prohíbe la pesca en aguas contaminadas o no aptas, Ley que tampoco se ha hecho cumplir en esa zona, básicamente por cuanto a través de los años, las entidades otrora competentes han visto modificarse sus funciones sin que se garantice capacidad de gestión y acción, o porque los cambios institucionales han conducido a vacíos de gestión que terminan en desconocimiento o eliminación del objeto y función correspondiente, sin que se traslade esta a otra entidad ni se le asignen los recursos necesarios para el fin que se persigue para el caso.
- La disminución del recurso pesquero por efecto de las diversas afectaciones ambientales de la Bahía, aunado a la carencia de estudios posteriores, documentados y debidamente conceptualizados que sustenten esta, lo cual permite que se manejen cifras erradas sobre la realidad de la pesca.
- La ausencia de estudios serios que permitan analizar la evolución de la calidad del agua de la Bahía con respecto a los determinantes que permitieron establecer la veda de pesca en su momento, con el fin de replantear la Resolución 683 de 1977 y otras posteriores, que hoy se encuentran en el olvido de las instituciones del orden nacional, regional y local.
- La ausencia de programas de apoyo a la comunidad de pescadores, que les permitan encontrar una fuente de ingresos y subsistencia fuera de la pesca en otras actividades o donde se apoye su acceso a otros sitios de pesca, donde no sólo no se afecte el stock pesquero y la oferta de pesca correspondiente, sino que no se entre en conflicto con otros pescadores o comunidades de los mismos que aleguen riesgo por estos hechos.
- La población de pescadores que, con conocimiento o sin el de las regulaciones vigentes, ejercen su actividad económica y de subsistencia en la Bahía y que alegan no contar con recursos ni apoyo para justificar un cambio de actividad o para adelantar las labores de pesca que desarrollan desde varios años atrás en otros sitios.

Foto 3-3 Pescadores de Caño del Oro



Población de pescadores. Para efectos de lograr dimensionar la actividad pesquera, se realizaron gestiones ante el INCODER y las escasas asociaciones de pescadores existentes en la zona, a fin de obtener los listados de los pescadores carnetizados por estas entidades.

Se constató que el número de pescadores en Cartagena y alrededores es realmente reducido, aunque se identificó una población de pescadores que no ha querido carnetizarse, porque este hecho no incluye la entrega de embarcaciones ni de artes de pesca, ni ningún apoyo en general para la realización de su actividad.

La reducción de la población de pescadores artesanales ha sido tal que, según informa el Presidente de la Junta de Acción Comunal – JAC - de Pasacaballos, ya no llega a los mil pescadores de profesión en su comunidad. Entre las razones que argumentan algunos pescadores sobre este fenómeno están:

- Ausencia de peces en la zona cercana de la bahía, según ellos por la contaminación industrial, zona adonde sale a pescar aproximadamente el 90% de los pescadores locales y en la que es posible pescar con cordel, en canoa impulsada por remo y en ocasiones con transmuyo corto.
- La población de peces fuera de la bahía de Cartagena en las zonas donde se permite la pesca artesanal ha disminuido notablemente por la acción de las embarcaciones de pesca industrial que entrando ilegalmente en estas, deterioran el lecho marino y capturan peces de cualquier tamaño, sin diferenciar tallas, reduciendo así la oferta pesquera otrora abundante.
- Comúnmente sólo se logra pescar ejemplares de tallas pequeñas, lo cual no es rentable y no permite recuperar la inversión tradicionalmente asociada a los gastos de la faena.

- La mayoría de los pescadores son artesanales, pues no cuentan con recursos para mejorar sus embarcaciones, comprar motores y financiar las faenas.
- Los pescadores que tienen motor, salen a pescar a mar abierto con boliche, pero no siempre logran buenas capturas por falta de tecnología para detectar cardúmenes y asegurar un volumen de pescado que permita recuperar los costos asociados a las faenas reseñadas.
- Menos del 2% de los pescadores utiliza otras artes de pesca por desconocimiento y/o falta de recursos.

De acuerdo con lo enunciado por los pescadores, las jornadas de pesca son similares a lo largo del ecosistema del Canal del Dique, donde las diferencias se notan esencialmente según la modalidad de pesca (atarraya y transmallo). Así, las jornadas de un atarrayero oscilan entre 6 a 8 horas, en faenas que comienzan desde las 5:00 a.m., hasta las 2:00 p.m., mientras que los transmalleros trabajan de 12 a 16 horas en jornadas principalmente nocturnas.

Por otra parte, se destaca que la mayor población de pescadores del Departamento de Bolívar se encuentra en Cartagena y sus alrededores (desde punta Canoa al norte hasta Boca Flamenquito en la isla del Covado al sur incluido el sector norte del Canal del Dique, desde el Caño Correa y el conjunto de poblaciones de la Bahía de Cartagena) con un número total de 16.300 pescadores registrados por la Gobernación. (Tabla 3-67)

Tabla 3-67 Número de pescadores en Bolívar y en Cartagena

ZONA	NÚMERO DE PESCADORES
BOLIVAR (Sin Cartagena)	9.600
CARTAGENA	16.300

Fuente: Gobernación de Bolívar, Subsecretaría de Pesca (2008)

El Mar Caribe también es utilizado por los pescadores del área de influencia del Canal del Dique, más exactamente los moradores del área rural del Distrito de Cartagena (Pasacaballos, Ararca, Leticia, Santa Ana, Bocachica). En estas poblaciones las principales fuentes de ingresos son el turismo y como alternativa temporal la pesca.

Trayectos usados en las faenas de pesca artesanal. El último estudio reciente adelantado en la región sobre “Pesca artesanal y condiciones ambientales, estudio de caso: Bahía de Cartagena” de Ramiro Maldonado (2006), establece que:

- Generalmente los pescadores tienen como costumbre realizar sus faenas de pesca en diversos puntos cercanos a su corregimiento, exceptuando los pescadores de Bocachica que por las bajas capturas que se han dado en los últimos años en la Bahía de Cartagena, se han visto en la obligación de desplazarse hasta las islas del Rosario,

al Golfo de Morrosquillo y cerca de Arroyo de Piedra en un lugar llamado Canceco, que se encuentra a tres horas del golfo. Esto ha sido posible debido a que el 88% de los pescadores tiene algún tipo de embarcación con sistema de propulsión a motor, lo cual le ha dado la posibilidad a los pescadores de este corregimiento de salir de la bahía y mejorar la calidad de sus capturas.

- Los pescadores artesanales de Santa Ana tienen la posibilidad de realizar las faenas de pesca fuera de la Bahía de Cartagena debido que el 83% de los pescadores realizan sus faenas en embarcaciones a motor, realizándolas usualmente en la bahía de Barbacoas y Barú. Es de anotar que el tipo de embarcaciones que utilizan en su gran mayoría los pescadores de Santa Ana son embarcaciones que regularmente embarcan entre 6 y 8 pescadores que al final reparten el producido por igual.
- De los corregimientos restantes un porcentaje muy bajo de pescadores pueden realizar sus faenas de pesca fuera de la Bahía de Cartagena; ellos aseguran que esto se debe a sus escasos recursos, a la imposibilidad de obtener motores y a la falta de oportunidades y de ayuda estatal.
- De acuerdo con los lugares de capturas, se puede establecer que los pescadores del corregimiento de la Bocachica son los que realizan las faenas de más largo trayecto y mayor tiempo, puesto que algunos pescadores hacen sus jornadas de pesca en un promedio de 12 horas, mientras que otros cuando “la pesca está buena”, según ellos cuando hay presencia de muchos vientos extienden sus faenas hasta 2 y 3 días. A estos le siguen los pescadores de Santa Ana también con un promedio de 12 horas de pesca en la bahía de Barbacoas y la isla de Barú,
- Los pescadores de Punta Arena realizan sus faenas cerca de las orillas de sus costas o, lo mismo que los pescadores de Caño de Loro, los cuales no se alejan mucho de su corregimiento y llegan solo hasta Bocachica o a Punta Arena.
- Los pescadores de Ararca usualmente no salen de la Bahía de Cartagena, mas aun no salen de las inmediaciones de su corregimiento.
- Los pescadores de Pasacaballos reparten sus faenas entre Barú, bahía de Barbacoas, cerca de Caño de Loro y Ararca.

En todo caso, no se evidencia la existencia de rutas definidas y cartografiadas de pesca artesanal en la Bahía, con lo cual se demuestra que la pesca que allí se realiza es muy informal y que representa un riesgo para los pescadores en la medida en que pueden ocurrir accidentes por el tráfico de buques entrantes y salientes a los diversos puertos de la Bahía.

Registro de pescadores artesanales: Anualmente, el Ministerio de Agricultura y desarrollo rural junto al INCODER – Instituto Colombiano de Desarrollo Rural- actualiza el registro de pescadores artesanales de todo el país. Para el caso del Departamento de Bolívar, el registro del año 2005 muestra un total de 1094 pescadores de los cuales 344 están domiciliados en Cartagena.

Tabla 3-68 Asociaciones a las que pertenecen estos pescadores domiciliados en Cartagena:

# de pescadores	Asociación a la cual pertenecen
185	Cooperativa De Pescadores De Santa Ana.
108	Asociación de Pescadores y Agricultores de Bocachica.
46	No especificaron o no pertenecen a ninguna asociación.
3	Asociación humanitaria de Bolívar (ashudebol)
1	Coop. De Pesca Artesanal Pargos del Caribe
1	Pesquera mar Caribe.

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., 2008. Estudio socioeconómico de la Bahía de Cartagena.

Tabla 3-69 Área de pesca

# pescadores	Área de pesca
326	Mar Caribe
7	Canal del dique
4	Isla fuerte
4	Bahía de Cartagena
3	Depresión de la Momposina

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., 2008. Estudio socioeconómico de la Bahía de Cartagena.

Modalidades de pesca. Las modalidades de pesca que se desarrollan en el Mar Caribe son el anzuelo, el trasmallo, el cordel, el palangre, el boliche, la atarraya, nada y el buzo, cada una de estas técnicas las utilizan dependiendo el lugar donde se desarrolle la actividad, sea esta mar afuera o mar adentro incluidas las aguas interiores (Bahías de Cartagena, Bahía de Barbacoas y ciénaga de la Virgen entre otras).

Tabla 3-70 Arte de pescar¹²⁷. De 1094 pescadores, 344 pescadores que tienen su domicilio en Cartagena:

# pescadores	Arte de pescar
185	TRASMALLO
109	CORDEL
29	PALANGRE
9	BOLICHE
8	ANZUELOS
3	ATARRAYA
1	NASA

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A., 2008. Estudio socioeconómico de la Bahía de Cartagena.

¹²⁷ Ministerio de Agricultura y desarrollo rural e INCODER – Instituto Colombiano de Desarrollo Rural- . Registro de pescadores artesanales

Foto 3-4 Producido en una faena de pesca tipo en la Bahía de Cartagena



Foto 3-5 Vista de pescadores artesanales en la Bahía de Cartagena, frente a la desembocadura del Canal del Dique.



Es de destacar que los pescadores que realizan su actividad mar afuera son los asentados en las islas de Barú, Tierra Bomba y las islas del Rosario. Mar afuera la pesca se realiza en forma selectiva utilizando las modalidades de anzuelo y buzo dependiendo de la especie que se quieran capturar (peces o moluscos), así como el trasmayo y el palangre. Las jornadas de pesca con anzuelo oscilan entre 7 a 12 horas, obteniendo cada pescador un promedio de captura diaria de 5 kilos de pescado (pargo rojo, cojinua, baracuda, cubia entre otros). Los pescadores que utilizan la modalidad de buzos se sumergen en promedio 16m de profundidad, para el desarrollo de su proceso utilizan el arpón para capturar peces como el pargo rojo o las manos para capturar langostas, caracoles, estrella de mar, etc. El promedio diario de captura con arpón es de 10 kilos de pescado y con las manos oscila entre 4 a 10 kilos de langostas principalmente.

En lo atinente a las actividades pesqueras dentro de la bahía de Cartagena, claro es que comparado con las capturas medias registradas y necesariamente si se considera las especies comúnmente capturadas, claro es que lo que acontece dentro de la bahía en *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO*

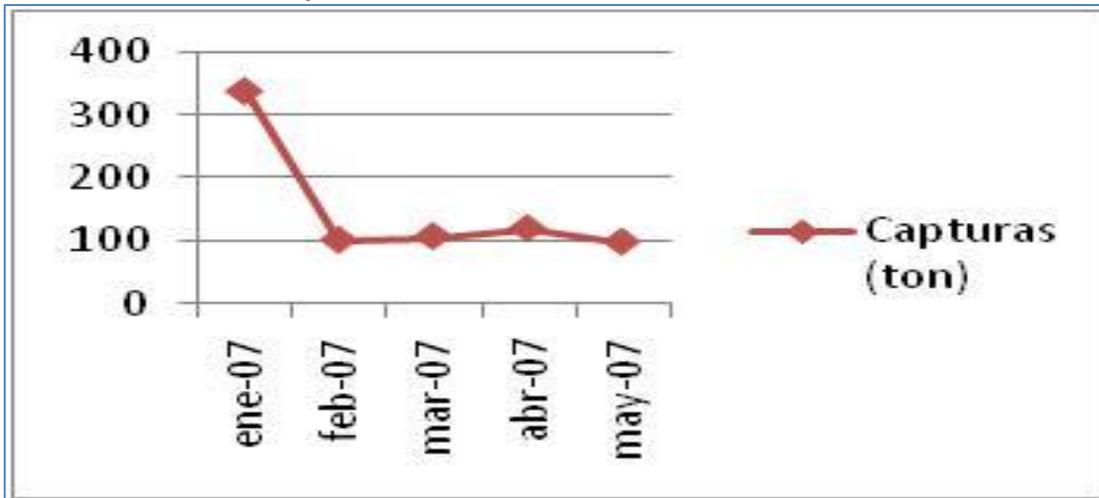
comparación con mar afuera, sugiere que la pesca es realmente limitada en cuanto a su cantidad y la calidad de las especies en ella presentes, según se deduce del aparte biótico del presente estudio, donde se destaca que las especies que tradicionalmente se capturan, se corresponden con especies que no sustentan pesquerías importantes y como se anotó en su momento, soportan esencialmente un consumo menor, relacionado con demandas locales y para la propia alimentación de los pescadores y sus relacionados

Así las cosas y en cuanto a la producción pesquera de la región y según el Boletín mensual No. 13 del Sistema de Información Sectorial Pesquero, en el mes de mayo de 2007 se reportaron en total 92.870,26 kg, lo que representa una disminución del 25% con 32.096,95 kg menos que el periodo anterior en el Caribe Colombiano. El municipio que presentó mayor actividad productiva artesanal e industrial fue Cartagena. En las siguientes tablas y gráficos se presenta la información estadística del mes de mayo de 2007, diferenciando volúmenes y especies capturadas en el litoral Caribe, pues no se reporta información específica de Cartagena en todos los casos:

Foto 3-6 Faena de pescadores en Pasacaballos

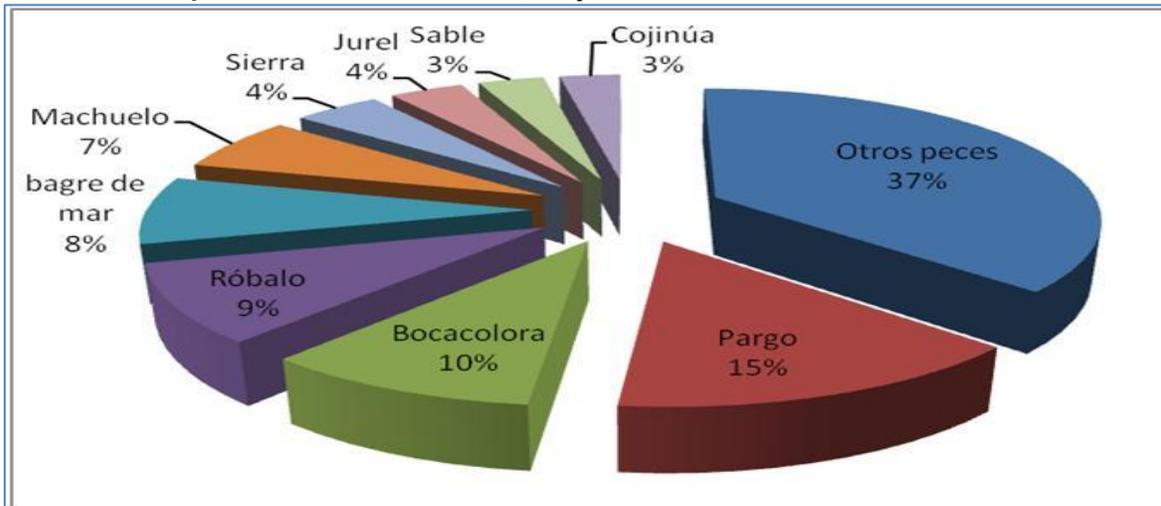


Figura 3-105 Comportamiento de la pesca artesanal e industrial en el litoral Caribe enero - mayo 2007



Fuente: Sistema de Información Sectorial Pesquero. Boletín No.13, Mayo 2007.

Figura 3-106 Distribución porcentual de las capturas y desembarcos de peces en los puertos del litoral Caribe, mayo 2007.

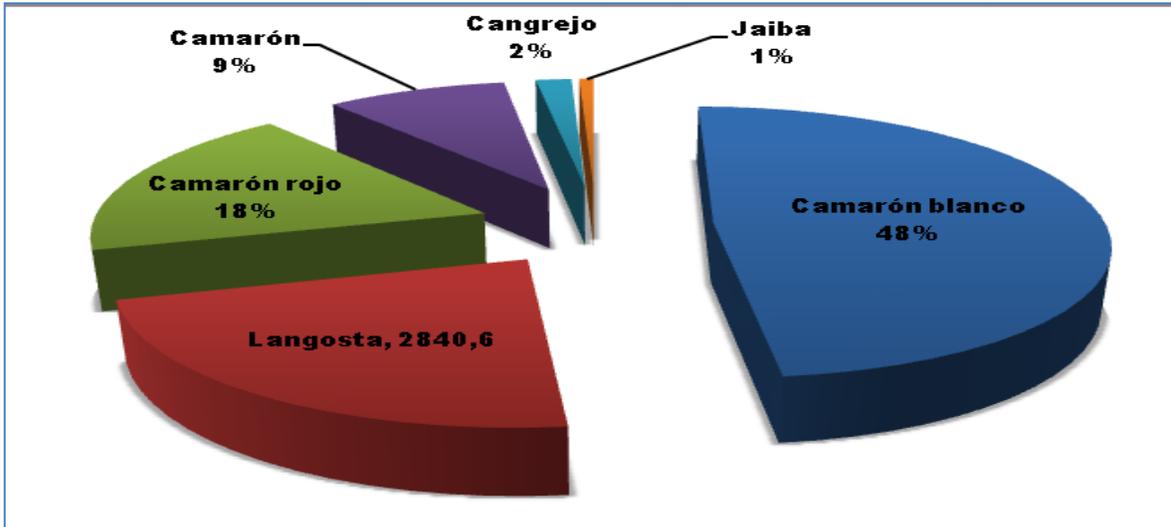


Fuente: Sistema de Información Sectorial Pesquero. Boletín No.13, Mayo 2007

Otra característica que se logró percibir en el departamento de Bolívar es la tendencia a combinar la actividad pesquera con la agricultura campesina y otras labores tales como albañilería, comercio, ayudante de camiones entre otros, debido a que según los pescadores, por la sedimentación de las ciénagas los niveles de pesca han disminuido.¹²⁸

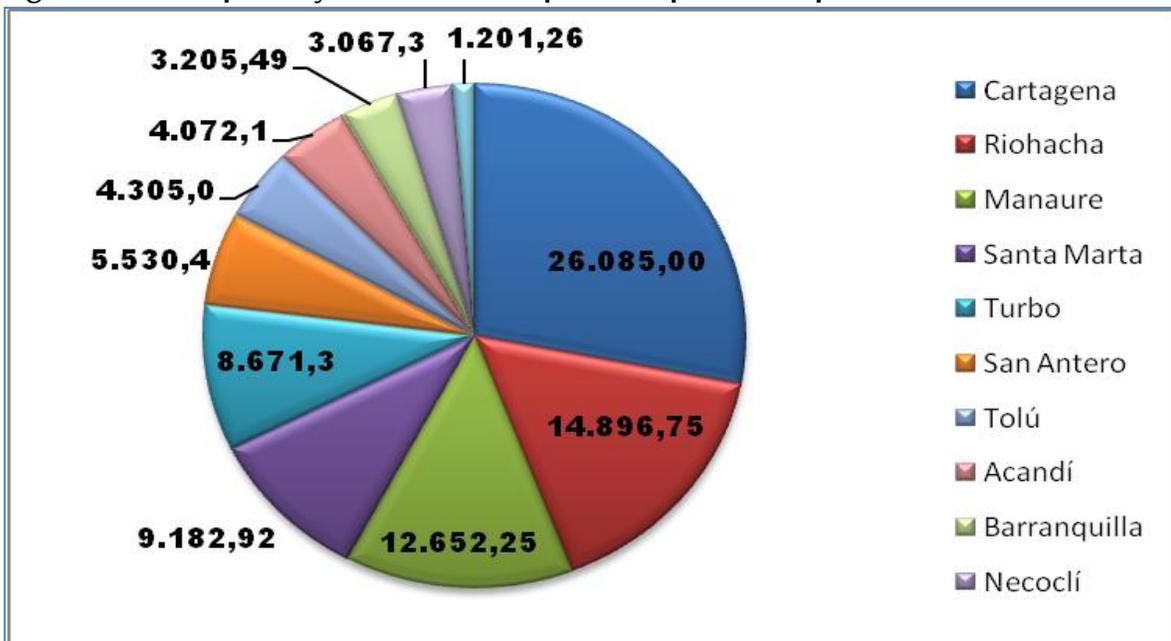
¹²⁸ "Caracterización económica del área de influencia del canal del dique". Investigación realizada por: Ing. Maria Eulalia Arteta; Ing. Mariela Cadena Eco y Osiris Sandoval

Figura 3-107 Distribución porcentual de los principales crustáceos (kg) capturados



Fuente: Sistema de Información Sectorial Pesquero. Boletín No.13, Mayo 2007

Figura 3-108 Capturas y desembarcos reportados por municipios



Fuente: Sistema de Información Sectorial Pesquero. Boletín No.13, Mayo 2007

Economía pesquera. Los pescadores artesanales tienen como costumbre que al terminar sus faenas y al llegar al muelle de desembarque, inmediatamente venden el producido. El producto que no es vendido es llevado a casa como alimento familiar.

Existen también intermediarios que compran a los pescadores artesanales las capturas obtenidas durante la faena y luego lo comercializan en el mercado de Bazurto o también lo

distribuyen en toda la ciudad a través de vendedores que lo ofrecen directamente a los hogares cartageneros en las llamadas “palanganas” que son unos recipientes donde transportan el pescado y que el vendedor lleva en la cabeza.

El ingreso bruto promedio recibido por pescador en Bolívar (incluyendo el distrito de Cartagena) apenas alcanza los \$85.000/mes. Las diferencias de ingresos entre las diferentes zonas se explican por la existencia de programas de pesca en jaula que favorecen al pescador, quien obtiene un pescado de mejor calidad, tamaño y precio tal y como sucede en áreas como María la Baja.

Así mismo el ingreso promedio del pescador de acuerdo con el arte de pescar usado, se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 3-71 Ingreso diario promedio del pescador

INGRESO NETO PROMEDIO POR PESCADOR		
ARTE DE PESCA	DIARIO (\$)	MENSUAL (\$)
NYLON	7.591	151.828
ATARRAYA	37.436	748.720
TRASMALLO	15.152	303.040
BOLICHE	17.715	354.300
ARPÓN	37.770	755.400

Fuente: INPA, 2005

De acuerdo al cálculo anterior se aprecia que el arte de pesca más rentable para el pescador artesanal es el arpón y la atarraya, el trasmallo y el boliche dan rendimientos aceptables cercanos a los salarios mínimos y el nylon a pesar de los reportes aportados en los valores por capturas de artes de pesca que fueron altos a la hora de determinar los aportes de los ingresos netos por pescador, se encuentra que estos son muy bajos y no alcanzan a cubrir las necesidades mínimas de los pescadores al estar muy por debajo del salario mínimo.

3.4.5 Dimensión cultural

Área de influencia indirecta

Cultura: Debido a la diversidad cultural de las personas que visitan la ciudad, elevada a la categoría de patrimonio histórico y cultural de la humanidad, se han estructurado una serie de programas de fortalecimiento cultural, pero ligado especialmente al carácter turístico de la ciudad. La ciudad es sitio preferido para la realización de congresos, seminarios y encuentros, hasta talleres de arte, exposiciones, conciertos, festivales de poesía y de cine, entre otros. La siguiente es la relación de los servicios comunitarios y recreativos con que

cuentan las localidades de Cartagena. Se recuerda que la zona industrial de Mamonal pertenece a la localidad industrial y de la Bahía:

Localidad Histórica y del Caribe Norte: Tiene 33 iglesias, 21 estaciones de servicios, 92 canchas en diferentes ramas deportivas; 17 centros comerciales; 60 cámaras de distri-seguridad; 26 antenas de comunicaciones, 2 estaciones de bomberos y 7 Centros de atención de seguridad (CAI fijos y estaciones). El espacio Físico donde funciona la Alcaldía Local No. 1 tiene sus 2 sedes administrativas descentralizadas: Santa Rita y El Country.

Localidad de la Ciénaga de la Virgen y Turística: Tiene 18 iglesias, 3 estaciones de servicios, 50 canchas en diferentes ramas deportivas; 3 centros comerciales; 10 cámaras de Distri-seguridad; 6 antenas de comunicaciones, 0 estaciones de bomberos y 6 Centros de atención de seguridad (CAI fijos y estaciones). El espacio Físico donde funciona la Alcaldía Localidad de la Virgen y Turística tiene su sede administrativa descentralizada: Casa de Justicia Chiquinquirá.

Localidad Industrial y de la Bahía: Tiene 25 iglesias, 13 estaciones de servicios, 57 canchas en diferentes ramas deportivas; 3 centros comerciales; 10 cámaras de distri-seguridad; 13 antenas de comunicaciones, una estación de bomberos y dos Centros de atención de seguridad (CAI fijos y estaciones). El espacio físico donde la Alcaldía Local Industrial y de la Bahía tiene su sede administrativa descentralizada es la Biblioteca Distrital Jorge Artel.

El Instituto de Distrital de Cultura es el organismo encargado de la promoción cultural y el fortalecimiento de los valores tradicionales y cuenta con algunos proyectos tendientes a fortalecer la cultura, tales como:

- *Proyecto de Fiestas Patronales y Festivales Culturales de Barrios y Corregimientos en Cartagena de Indias:* Este proyecto busca apoyar la celebración de las fiestas patronales, populares y tradicionales de Cartagena y sus corregimientos, para contribuir con la recuperación de su memoria cultural, fomentar la integración social, y fortalecer la identidad cultural a través de las tradiciones festivas.
- *Proyecto de Fiestas de Independencia de Cartagena de Indias:* A través de este proyecto se pretende recuperar y fortalecer los sentidos históricos y culturales de las Fiestas de Independencia para construir una memoria urbana en la que lo popular, lo tradicional y lo festivo, orienten una nueva forma de concebir el desarrollo urbano, y para preservar y dinamizar las manifestaciones artísticas básicas en la historia de la cultura festiva local.

Las siguientes son las principales festividades y celebraciones culturales que se realizan en la ciudad de Cartagena de Indias:

- *Festivales y Eventos:* Temporada de teatro, Festival de la cumbia, Festival del frito, Muestra internacional de cine, Festival vallenato de Bayunca, Festival internacional de cine, Festival de Gaitas de Blas de Leso, Festival del dulce, Festival vallenato de San José de los Campanos, Festival nacional de la música, Festival de marisco en Punta Canoa, Festival folclórico Nacional, Festival de los Pueblos Hermanos de la Bahía, Festival iberoamericano de teatro, Festival vallenato de Pasacaballos, Feria internacional del libro, Festival de Gaitas y acordeones San Sebastián de Ternera, Festival nacional folclórico, festival del cangrejo en Arroyo de piedra, Festival afrocaribe de Champeta, Festival regional de Gaitas de El Socorro, Festival internacional de poesía, Festival de la comida en Bocachica, Festival de títeres, Festival Pop-Rock y mar de Cartagena, Festival del pastel, Festival de narración escénica de Cartagena de Indias.
- *Festividades:* Fiestas de Nuestra Señora de la Candelaria, Fiestas de Barú, Fiestas de San Isidro Labrador, Fiestas de Pontezuela, Fiestas de San Antonio de Padúa, Fiestas del Barrio 13 de Junio, Fiestas de San Juan Bautista, Fiestas de Bayunca, Fiestas de la Virgen de la Consolata, Fiestas de Bruselas, Fiestas de Nuestra Señora del Carmen, Carnaval de Lo Amador, Fiestas del sector 20 de Julio en Daniel Lemaitre, Carnaval de San Diego, Fiestas Patronales de Santa Ana, Fiestas de arroyo Grande, Carnaval de Martín Martelo, Carnaval de la Zona Norte.

Grupos étnicos¹²⁹: la población de Cartagena, tanto en su área urbana como en su área rural, conforme se mencionó previamente en este aparte, cuenta con un gran componente de afrodescendientes. El departamento de Bolívar cuenta con aproximadamente 797.927 habitantes afrodescendientes, cifra que representa el 66% de la población total; en Cartagena habitan 598.307. Las comunidades afrodescendientes de la costa Caribe mantienen una estrecha conexión entre cultura, territorio y ambiente. Este vínculo responde al papel que cumplen las prácticas tradicionales de producción. Las localidades afrodescendientes se desempeñan en los sectores agropecuario, minero, pesquero, artesanal y en la prestación de servicios. En cuanto a la actividad artesanal se destaca su trabajo con bejucos, cepa de plátano y maderas. En las zonas cercanas al mar Caribe, el turismo constituye una actividad informal en la cual se desempeñan los pobladores afrocolombianos. La conformación de consejos comunitarios se dio en Hatoviejo - Calamar, Arroyo de Piedra y Villa Gloria, poblaciones del corregimiento cartagenero de La Boquilla y en San Basilio de Palenque - Mahates¹³⁰.

¹²⁹ Toda la información ha sido extractada de: ESTUPIÑAN, Juan Pablo. Afrocolombianos y el Censo 2005. Elementos preliminares para el análisis del proceso censal con la población afrocolombiana. ib – Revista de Información Básica. La revista del Centro Andino de Altos Estudios - CANDANE -1/2006.14 págs.

¹³⁰ Ibid. Pág.9.

Los índices de analfabetismo de la población afrodescendiente en general, son altos. En el departamento de Bolívar se presenta una cobertura del servicio de educación para esta población, relativamente alta en básica primaria, pero no con básica secundaria ni con media vocacional, donde se dan niveles altos de deserción y repitencia estudiantil. El acceso de afrocaribeños a las instituciones de educación superior existentes en el litoral Caribe es en extremo reducido. En Bolívar el ingreso de jóvenes es relativamente bajo, donde a maneja de ejemplo, en el año 2001 entraron a la Universidad de Cartagena, 124 estudiantes de los municipios que tienen población afrocolombiana.

La situación de la salud en las comunidades afrodescendientes está en concordancia con la situación socioeconómica. Se caracteriza por presentar tasas elevadas de extrema pobreza, baja calidad de vida, desnutrición y alta incidencia y persistencia de enfermedades transmisibles como la EDA, la IRA y la tuberculosis, que ocasionan una elevada tasa de mortalidad infantil que va del 10% al 50%; cifra que está por encima del promedio nacional. El acceso a los servicios de salud reporta indicadores marcadamente inferiores a los del resto de la población colombiana. Las localidades afrocaribeñas han adquirido beneficios en salud de un 20% con el Sisben y de un 30% con el régimen subsidiado. Además, han recibido capacitación, promoción y prevención de salud, de acuerdo con la Ley 100.

Las poblaciones afrodescendientes del departamento de Bolívar no cuentan con sistema de alcantarillado; exceptuando la localidad de San Martín de Loba, en el que el servicio alcanza un 30% de su cobertura. De igual manera, la mayoría de las veredas del departamento con asentamientos afrocolombianos carecen de pozo séptico.

Se calcula que el 40 o 45% de las poblaciones afrodescendientes poseen red de acueducto; sin embargo, el 98% del agua empleada no es adecuadamente tratada. Por otra parte, el servicio de aseo es deficiente, por lo que se acude a la quema o a la disposición inadecuada de los desperdicios a campo abierto. En las áreas rurales del Municipio de Cartagena, se estima que más del 70% de la población afrodescendiente registra necesidades básicas insatisfechas.

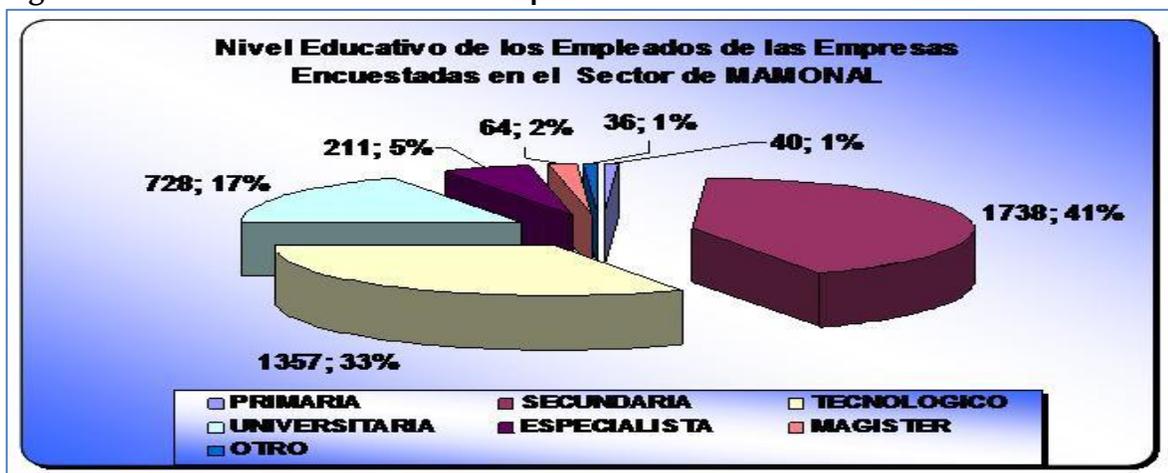
La zona industrial de MAMONAL tiene un propósito netamente empresarial, y no es posible identificar unos rasgos culturales específicos a esta zona. El relacionamiento de los empresarios con la sociedad se da a través de las políticas de responsabilidad social empresarial y un referente para la ciudad en la participación cívica y gremial de la Fundación MAMONAL, entidad que realiza los siguientes programas en las comunidades aledañas a la zona industrial y en el municipio de Cartagena en general:

- Proyecto de Ciudad Cartagena de Indias 2011 “Corazón del Caribe”
- Miembros de la Junta del CARCE Bolívar - Participantes del Cluster Petroquímico del CARCE Bolívar

- Miembros del Consejo Gremial de Bolívar
- Miembros de la Junta Directiva del Sena
- Miembros del Consejo Superior de La Universidad Tecnológica de Bolívar
- Miembros del Comité Nacional Ambiental de la Andi

Perfil educativo de los trabajadores de la Zona Industrial de Mamonal: La Universidad de Cartagena realizó una encuesta a 36 empresas ubicadas en la ZIM¹³¹ para identificar los perfiles de la mano de obra que emplean, donde el 89% de quienes contestaron corresponde a industrias y el 11% a empresas de prestación de servicios. Es de destacar que solo dos empresas, Vimarco e Indupollo, desarrollan políticas específicas de vinculación del personal proveniente de las áreas aledañas a la ZIM, con la ocupación de 840 trabajadores. Sólo el 15% del total de trabajadores provienen de regiones distintas a la región Caribe. Es relevante la información que la investigación entrega sobre el nivel educativo de los trabajadores de las empresas.

Figura 3-109 Nivel Educativo de los empleados del sector de Mamonal



Fuente: Universidad de Cartagena, Departamento de Investigaciones Económicas y Sociales; Análisis del mercado laboral en la ZIM y sectores aledaños – estudio sobre oferta, demanda, perfiles ocupacionales y necesidades de formación laboral. Cartagena, mayo 2004.

Área de influencia directa

Dado que el área de influencia directa del proyecto se ubica en el área marítima de la Bahía, no se relacionan aspectos culturales, puesto que en esta área solo se cuenta con tráfico de buques y servicios portuarios para los mismos.

¹³¹ El informe no presenta un análisis sobre la representatividad de esta muestra; es de prever que se trabajó con las empresas dispuestas a entregar información.

3.4.6 Aspectos arqueológicos

Dado que el área de influencia directa del proyecto se ubica en el área marítima de la Bahía, y la actividad antrópica en la Bahía no se considera de relevancia el estudio de arqueología, puesto que en esta área solo se cuenta con tráfico de buques y servicios portuarios para los mismos.

3.4.7 Dimensión político-organizativa

3.4.7.1 Aspectos políticos

Aspectos políticos. Como alcalde de la ciudad de Cartagena fue elegida en el 2007 para el período 2008 -2011, Judith del Carmen Pinedo Flórez con 116.755 votos que representaron el 44.24% de la votación de la ciudad y que superan ampliamente al siguiente candidato (17% aproximadamente).

Tabla 3-72 Resultado de elecciones para alcaldía de Cartagena.

Partido	Votos	Porcentaje (%)
JUDITH DEL CARMEN PINEDO FLOREZ	POR UNA SOLA CARTAGENA	116,755
JUAN CARLOS GOSSAIN ROGNINI	PARTIDO COLOMBIA DEMOCRÁTICA	71,537

Fuente: Registraduría Nacional de la República.

El concejo Municipal se conformó como se registra en la Tabla 3-73 siguiente.

Tabla 3-73 Conformación del concejo municipal del Distrito Turístico de Cartagena – Registraduría.

PARTIDO / MOVIMIENTO	Candidato
PARTIDO CONSERVADOR	RAFAEL ENRIQUE MEZA PEREZ
	JORGE ANTONIO LEQUERICA ARAUJO
	ANTONIO QUINTO GUERRA VARELA
	ORLANDO ENRIQUE BUELVAS ROMERO
PARTIDO DE LA U	ALBERTO BERNAL JIMENEZ
	ADOLFO DE JESUS RAAD HERNANDEZ
	LORENZO ENRIQUE HODEG LLORENTE
CAMBIO RADICAL	WILLIAM RAMON GARCIA TIRADO
	BORIS ANAYA LORDUY
	VICENTE ANTONIO BLEL SCAFF
MOVIMIENTO APERTURA LIBERAL	EYDER MANUEL BENAVIDES AGUAS
	ALFREDO DIAZ RAMIREZ
PARTIDO LIBERAL	DAVID MANUEL DAGER LEQUERICA
	DANIEL FRANCISCO VARGAS MORENO
POR UNA SOLA CARTAGENA	JORGE LUIS CARCAMO ALVAREZ
	ANDRES FERNANDO BETANCOUR GONZALEZ
CONVERGENCIA CIUDADANA	MARIA DEL SOCORRO BUSTAMANTE IBARRA
POLO DEMOCRATICO ALTERNATIVO	HENRY MIGUEL ARGEL BOSSIO
COLOMBIA DEMOCRATICA	ALBERTO ENRIQUE OSORIO RODRIGUEZ

Fuente: Elaborado por Araujo Ibarra & Asociados S.A.

3.4.7.2 Presencia institucional y Organización comunitaria

La presencia institucional en Cartagena es importante, pues además de las instituciones gubernamentales del orden nacional, regional y municipal, se encuentran instituciones específicas por su condición de puerto y de ciudad costera. Es así como se cuenta con:

Dirección General Marítima - DIMAR¹³², que ejerce su jurisdicción hasta el límite exterior de la zona económica exclusiva, en las siguientes áreas: aguas interiores marítimas incluyendo canales intercostales y de tráfico marítimo así como los sistemas marinos y fluviomarinos, mar territorial, zona contigua, zona económica exclusiva, lecho y subsuelo marinos, aguas suprayacentes, litorales incluyendo playas y terrenos de bajamar, puertos marítimos y fluviales, islas, islotes, cayos y ríos (art. 2 Decreto Ley 2324 de 1984) desde un (1) kilómetro antes de la iniciación de sus deltas incluyendo sus desembocaduras en el mar. También ejerce jurisdicción sobre las costas de la Nación y las riberas del sector de los ríos en una extensión de cincuenta (50) metros medidos desde la línea de la más alta marea y más alta creciente (Parágrafo Artículo 2 Decreto 2324 de 1984).

DIMAR, en cumplimiento de sus funciones adicionalmente, otorga concesiones, permisos y licencias para el uso de aguas, playas y zonas de bajamar para el ejercicio de actividades marítimas distintas de las portuarias; esta situación la obliga a mantener una relación de coordinación con las autoridades ambientales. (CARDIQUE - CRA - MMA 2001; Política nacional de ordenamiento integrado de las zonas costeras colombianas 1997). Dentro de su estructura administrativa la Dirección General Marítima (DIMAR) cuenta en el cumplimiento de sus funciones con las capitanías de puerto, centros de investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas y seccionales de señalización marítima.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH: Tiene como misión desarrollar los programas de investigación de la Armada Nacional, DIMAR y apoyar a otras entidades que permitan la defensa, el conocimiento y el aprovechamiento de nuestros mares, así como la seguridad de la vida humana en el mar. Las funciones del CIOH son participar en proyectos de investigación conjunta con entidades nacionales e internacionales, mantener contacto con las principales universidades y centros de investigación dedicados al desarrollo de las Ciencias del Mar, realizar Investigación Científica Marina y ejecutar proyectos de investigación básica y aplicada en las áreas de las Ciencias del Mar orientados al estudio de las condiciones físico-químicas y dinámicas de los ecosistemas marinos (CARDIQUE, CRA & MAVDT 2002; Ministerio del Medio Ambiente 2000).

¹³²Es la autoridad marítima Nacional que ejecuta la política del Gobierno en materia marítima, y tiene por objeto la dirección, coordinación y control de las actividades establecidas en el artículo 3º del Decreto 2324; funciona como una dependencia del Ministerio de Defensa Nacional, tiene la calidad de autoridad marítima nacional y tiene a su cargo las capitanías de puerto, la instalación y mantenimiento de la señalización, la vigilancia y el control del tránsito marítimo y realizar investigación científica marina

Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE: Su misión está encaminada a lograr el posicionamiento y fortalecimiento para ejercer el liderazgo en la gestión ambiental de la región, a través de la efectiva administración y conservación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, mediante la coordinación de los procesos de planificación de la gestión de los distintos entes territoriales de su jurisdicción que permita hacer realidad el principio de desarrollo humano sostenible (CARDIQUE, CRA & MMA, 2002; Ministerio del Medio Ambiente 2002).

Organizaciones No Gubernamentales - ONGs: Existen algunas organizaciones no gubernamentales medioambientales en el distrito, estas organizaciones tiene la posibilidad de participan en la toma de algunas decisiones en materia ambiental a nivel local (EPA) y regional (CARDIQUE), al participar en sus consejos directivos. Estas organizaciones pueden participar en la formulación, gestión y ejecución de proyectos que generalmente están destinados a la capacitación, investigación y realización de obras que contribuyen con la solución de alguno de los problemas ambientales distritales (GEO Cartagena 2007). Según datos de la cámara de comercio de 2004, en la ciudad existen 32 ONGs.

3.4.8 Tendencias del desarrollo

Área de influencia indirecta y directa

El desarrollo económico de Cartagena está asociado a tres sectores: la industria, el sector portuario y el turismo. Varios estudios económicos han apuntalado el corredor Santa Marta-Barranquilla-Cartagena como estratégico para la competitividad del país, en el contexto de la globalización, donde cada puerto ha presentado un grado de especialización, en relación al transporte de carga: Cartagena tiene un crecimiento asociado al movimiento de contenedores (trasbordos), Barranquilla es terminal multipropósito y Santa Marta se asocia al transporte de graneles sólidos y carbón¹³³. A Marzo del 2006, el INCO tenía en trámite seis concesiones para construir o ampliar terminales portuarios en Cartagena de un total de 18 en el país¹³⁴.

¹³³ DNP, documento CONPES 3342 Plan de Expansión Portuaria 2005 – 2006: Bases para la competitividad del sector portuario; marzo 2005.

¹³⁴ Diario La República, Bogotá, Mayo 15 de 2006, citado por Vilorio de la Hoz, Joaquín. “Ciudades Portuarias del Caribe Colombiano: propuestas para competir en una economía globalizada”. Documentos de trabajo sobre economía regional No. 80. Banco de la República – CEER. Cartagena, Noviembre 2006.

De acuerdo al Plan de expansión portuaria 2005 – 2006 que sigue el Gobierno Nacional¹³⁵ dentro de la estrategia de competitividad y posicionamiento de los puertos colombianos en el contexto del Caribe,

El Puerto de Cartagena se ha consolidado como el Centro de Distribución Logístico y de Traslado de Contenedores para la Región del Caribe y para Colombia¹³⁶; ello por sus ventajas estratégicas, que son:

Cercanía al Canal de Panamá: Cartagena es el puerto extranjero más cercano a Panamá, y por ende se convierte en la primera alternativa considerada por las navieras, especialmente para el mercado de traslado, por razones geográficas, económicas (tarifas frente a Panamá) y operativas, seguridad y eficiencia.

Crecimiento de carga de traslado en el Caribe: Según la Ocean Shipping Consultants, el área del Caribe jugará un papel decisivo en el comercio mundial en los próximos años, al llegar a manejarse en el área un volumen de más de 11 millones de TEUs (proyección para el 2010). Cartagena hoy participa con el 6% de este volumen y se espera, capte el 15% del total de contenedores del Caribe.

Comercio Exterior Nacional: Colombia registra aumentos considerables en los volúmenes de carga movilizados por la vertiente Atlántica con Brasil, México, Estados Unidos y Europa, en los que Cartagena maneja más del 90% de las mercancías destinadas / originadas en las mencionadas zonas geográficas.

Tratado de Libre Comercio con América del Norte: La entrada en vigencia del TLC con EE.UU. ampliará los mercados internacionales de las empresas colombianas, teniendo en Cartagena un fuerte aliado estratégico, con más de 23 líneas navieras que hacen ruta directa hacia/desde los puertos norteamericanos. Estas navieras, que están a disposición del sector empresarial colombiano, cubren la ruta Norteamérica Zona Este – Cartagena, la cual se constituye en el principal puente de comunicación y vía de acceso entre Colombia y EE.UU. En opinión de varios empresarios, este TLC llevará a que industrias localizadas en el interior del país se trasladen hacia las ciudades portuarias, puesto que los costos de transporte por carretera las sacarían de los mercados internacionales¹³⁷.

Tratados de Libre Comercio con Chile y Centroamérica, por los mismos efectos que el anterior. También el país tiene negociaciones con Canadá, la Unión Europea y

¹³⁵ DNP, documento CONPES 3342, op cit.

¹³⁶ Tomado de <http://proexport.gov.co>

¹³⁷ Citado por Vilorio de la Hoz, op cit.

complementariamente con los países de la EFTA. Hay interés por la realización de convenios para facilitar las inversiones con China e India¹³⁸.

El gobierno nacional fijó¹³⁹ los lineamientos para el ordenamiento portuario con los siguientes hitos:

- Uso controlado del recurso costero,
- Utilización de la infraestructura existente de forma eficiente, mediante la especialización en la oferta de servicios portuarios y el aprovechamiento de economía de escala,
- Orientación de inversiones, público y privadas, en instalaciones portuarias,
- Prevención de desastres,
- Definición de criterios para la solución a las interacciones conflictivas por el uso del espacio en la zona costera.

Con relación a la expansión del área portuaria en Cartagena, el Plan de Ordenamiento Territorial consideró que si bien existen 3.5 Km de frente costero sin uso definido, aproximadamente 1.5 Km corresponden a las antiguas piscinas de sedimentación de la Planta de Soda y dado su alto nivel de contaminación, lleva a que sean muy bajas las posibilidades de expansión del suelo en nuevos usos portuarios. La excepción se encuentra en los muelles industriales, que se considera ofrecen la capacidad suficiente para soportar el crecimiento industrial de los próximos 20 años. La alternativa consiste, entonces, en la densificación y uso eficiente de las instalaciones existentes, lo cual sigue la tendencia mundial en cuanto al manejo integrado de las zonas costeras. Aún así, los estudios realizados para la ciudad establecieron que se necesitarán 68 hectáreas de litoral costero para atender las expansiones portuarias asociadas al comercio exterior y al movimiento de carga¹⁴⁰. Este POT expresa la compatibilidad que la ciudad ofrece para el desarrollo de su vocación turística y el fortalecimiento de su liderazgo como primer puerto del país.

La actual administración del distrito de Cartagena, dentro del Plan de Competitividad¹⁴¹ establece como una fortaleza que debe mantenerse a futuro la capacidad logística y portuaria de la ciudad, para el crecimiento del turismo, la industria y el comercio. Las áreas de trabajo en esta área se resumen en las siguientes: i) desarrollo de nodos de

¹³⁸ Palabras del Sr. Ministro de Relaciones Exteriores en el Foro Internacional de competitividad 2007: Cartagena y Bolívar hacia la transformación productiva. Cartagena de Indias DTC, julio 2008.

¹³⁹ DNP; documento CONPES 3149 Plan de expansión portuaria 2002 – 2003, Diciembre 2001.

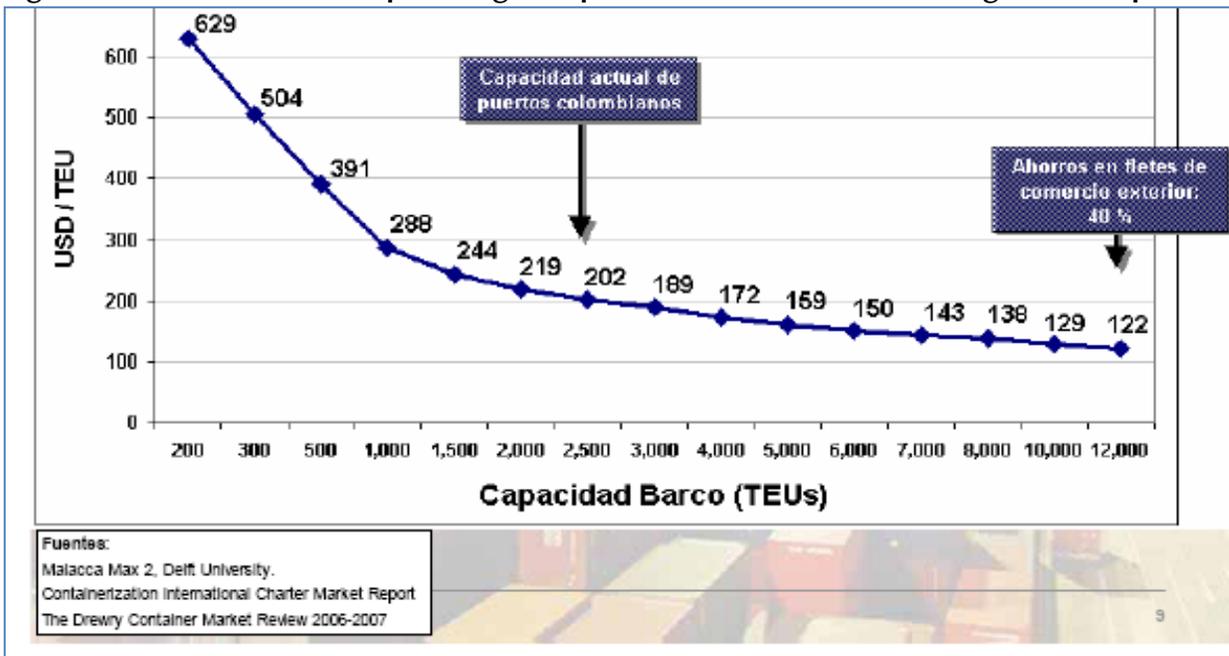
¹⁴⁰ Decreto 0977 de 2001 por medio del cual se adopta el POT del distrito turístico y cultural de Cartagena de Indias.

¹⁴¹ Acuerdo 002 de junio 5 de 2008, por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social 2008 – 2011 “Por una sola Cartagena”.

coordinación intermodal y nodos de transferencia, ii) encadenamiento de los sectores a) petroquímico, plásticos y metalmecánica, b) el turístico al náutico, hotelería y cultura y negocios, c) el de construcción al comercial, logístico y portuario.

La Sociedad Portuaria Regional de Cartagena gráficamente ilustra la orientación del crecimiento de su negocio, en términos de los transbordos a partir de la ampliación del canal de Panamá y la reducción de fletes por economías de escala.

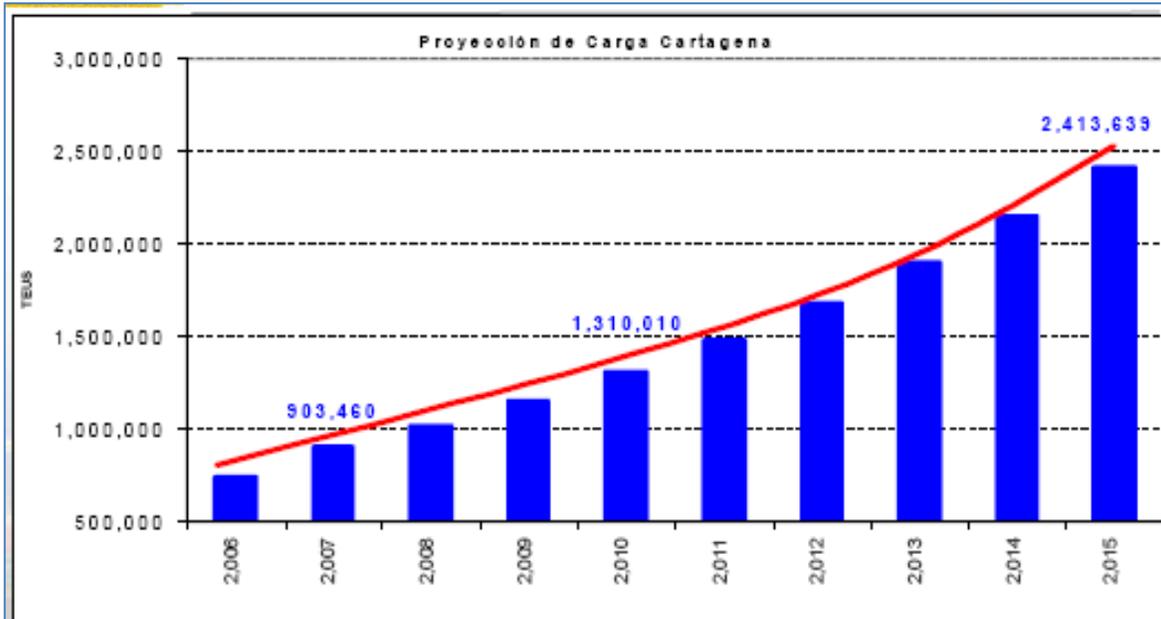
Figura 3-110 Costo de Transporte según capacidad del barco – Ruta Cartagena - Europa



Fuente: Tomado de Cartagena Logística para la Competitividad; Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, Octubre de 2007.

Las proyecciones sobre el crecimiento del movimiento de contenedores en el Puerto de Cartagena son las siguientes:

Figura 3-111 Proyección movimiento de contenedores en la Bahía de Cartagena



Fuente: Moffatt & Nichol, tomado de Cartagena Logística para la Competitividad; Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, Octubre de 2007.

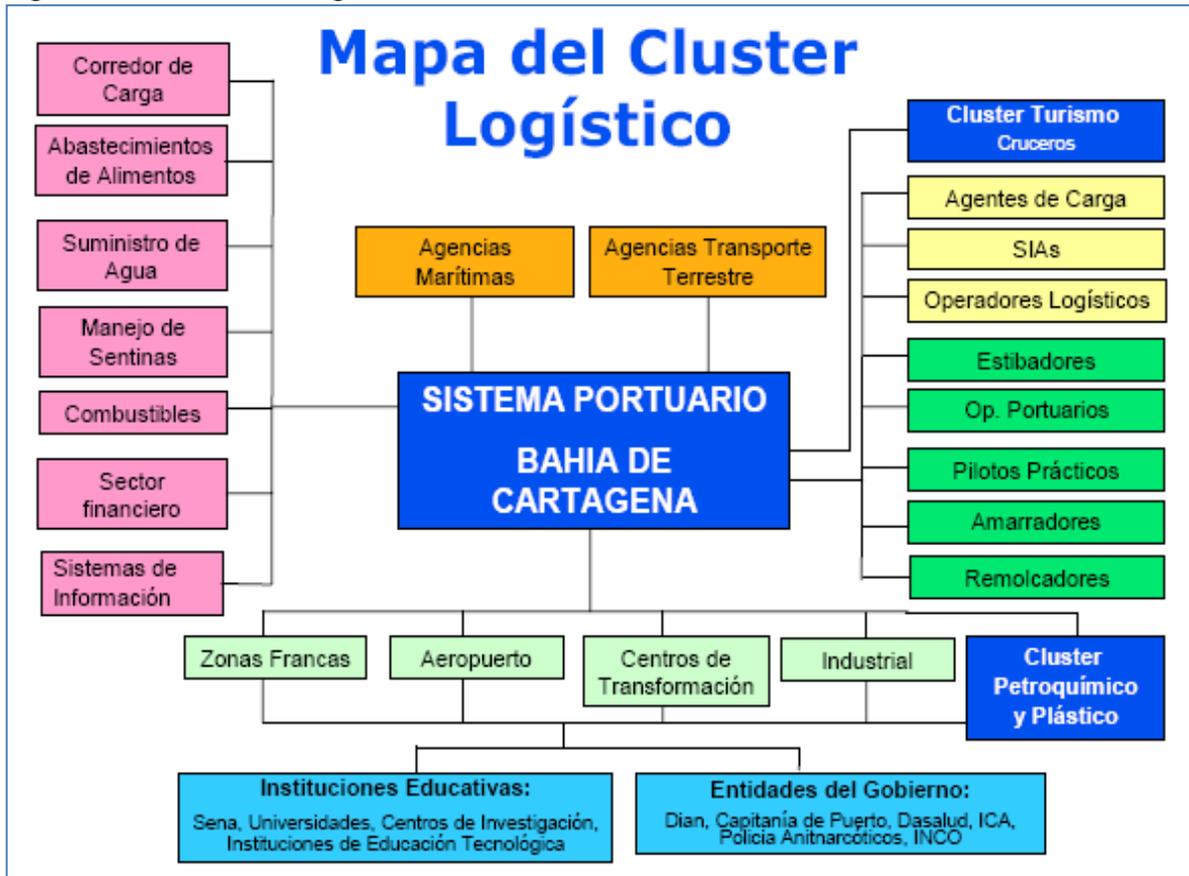
La Cámara de Comercio de Cartagena promueve el sector de logística como uno de los cuatro pilares para la competitividad de la ciudad. Ello es así, para el caso de la infraestructura portuaria, por las necesidades de infraestructura vial y urbana que requieren los sectores de transporte (sistemas intermodales) y de turismo (prestación de servicios a pasajeros). Una estadística expresa que en el año pico de 1998, ingresaron al puerto de Cartagena 10,752 camiones durante una semana¹⁴²; es decir, un promedio de 1,536 camiones por día. De forma desordenada y compitiendo con el uso industrial de la pequeña y mediana empresa, el sector del Bosque se ha visto invadido por locales que ofrecen servicios de apoyo al transporte como talleres, estaciones, parqueaderos, comercio y restaurantes.

El POT del Distrito plantea trabajar sobre el denominado corredor logístico e industrial de El Bosque, que comprende la renovación del área que constituye las zonas portuarias de Manga y El Bosque y su integración a la zona industrial de MAMONAL. Se plantea la localización de actividades de tipo logístico, comercial, financiero y de apoyo a los sectores productivos a lo largo del nuevo corredor que será el acceso rápido a la variante.

En el caso de la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, el modelo logístico a desarrollar comprende los siguientes clusters:

¹⁴² Instituto Nacional de Vías; Volúmenes de tránsito, 1998; citado en el POT de Cartagena de Indias, op cit.
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Figura 3-112 Modelo Logístico



Fuente: Cartagena Logística para la Competitividad; Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, Octubre 2007.

Comercio Exterior.

Las proyecciones del Gobierno Nacional indican una meta para el 2010 de un valor total de exportaciones de US\$ 40,000 millones¹⁴³. Si Cartagena mantiene su participación del 44%, se tiene una proyección de US\$ 17,600 millones. Por vía marítima sale de Cartagena el 89% del valor total de las exportaciones; de esta forma, se calcula que el valor esperado de las exportaciones por vía marítima por el Puerto de Cartagena son de US\$ 15,664 millones, donde el sector líder en este crecimiento es el petroquímico – plástico¹⁴⁴. Las proyecciones

¹⁴³ Citado por Ricardo Hausmann; Transformación productiva en Colombia: implicaciones para la costa Caribe. Foro Internacional de competitividad 2007: Cartagena y Bolívar hacia la transformación productiva. Cartagena de Indias DTC, julio 2008.

¹⁴⁴ Foro Internacional de competitividad 2007: Cartagena y Bolívar hacia la transformación productiva. Cartagena de Indias DTC, julio 2008.

de movimiento portuario se sustentan sobre los proyectos de inversión industrial en la ciudad, lo cual generará el aumento de las exportaciones.

Tabla 3-74 Inversiones con vocación exportadora en Cartagena

Proyecto	Miles USD
Ecopetrol - Refinería	USD 2,000
Planta de Oleofinas	USD 800
Sistemas de Portuario	USD 600
Plasticos	USD 400
Argos	USD 330
Petroquimicos	USD 200
Otros	USD 310
Total	USD 4,640

Fuente: Cartagena Logística para la Competitividad; Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, Octubre de 2007.

Dentro de los proyectos de expansión de la capacidad portuaria de Cartagena, se distingue el de CONTECAR¹⁴⁵, con inversiones orientadas a adecuar las instalaciones para los mayores volúmenes de carga previstos. Se busca pasar de los actuales 120,000 TEUS por año a 2.5 millones, cifras que expresan las proyecciones que hace la ciudad con relación al movimiento del comercio exterior que espera a futuro. Para ello, CONTECAR construirá un nuevo muelle, de 1,000 m de longitud y con 15 m de profundidad, zonas de almacenaje y se prevé la puesta en operación de 12 grúas pórtico STS – súper post Panamax. El objetivo de la concesión a CONTECAR fue el de orientar la modernización del puerto hacia su consolidación como centro logístico integrado y de transbordo internacional para el Caribe¹⁴⁶.

La empresa Petroquímica de Colombia - PETCO realizará inversiones por US\$ 40 millones en sus plantas, con ensanches y ajustes, como una forma de enfrentar la competencia internacional puesto que exporta dos terceras partes de su producción.

Transporte marítimo- fluvial

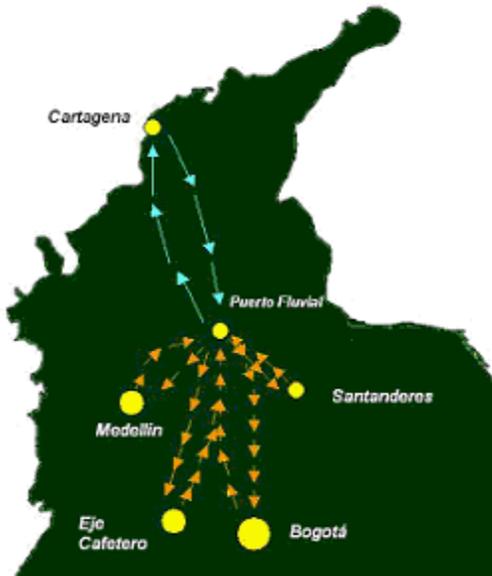
Las expectativas de la ciudad se orientan hacia la integración de los sistemas multimodales de transporte, en el marco de la estrategia de competitividad del país. De hecho, el INCO

¹⁴⁵ Tomado de <http://www.puertocartagena.com>

¹⁴⁶ Tomado de <http://www.puertocartagena.com>

tiene previsto una inversión de US\$32.6 millones para realización de obras en el canal del Dique, como parte de la contraprestación de las concesiones¹⁴⁷.

Figura 3-113 Integración sistema multimodal de transporte



Fuente: Tomado de <http://www.puertocartagena.com>

Para ello, el POT del distrito plantea como proyecto estratégico la centralidad portuaria multimodal de Pasacaballos, puesto que este corregimiento es el punto de unión del Canal del Dique (río Magdalena) con la Bahía de Cartagena y la ciudad, mediante el corredor de acceso rápido a la variante. Consiste en la promoción a la localización de actividades logísticas de apoyo, que incentiven la comunicación fluvial de la ciudad, así como el fomento de actividades turísticas y ecoturísticas¹⁴⁸. Esta centralidad involucra la protección ambiental de los humedales y el control de la contaminación por diferentes fuentes. Es compatible con el fomento a la vocación turística sostenible del corregimiento.

Se reconoce que las más de 23 comunidades reconocidas de pescadores artesanales de Cartagena no tienen acceso a instalaciones portuarias para el atraque y procesamiento de sus productos¹⁴⁹.

¹⁴⁷ DNP, documento CONPES 3342 Plan de Expansión Portuaria 2005 – 2006: Bases para la competitividad del sector portuario; marzo 2005.

¹⁴⁸ Decreto 0977 de 2001, artículo 19 Las Centralidades Rurales.

¹⁴⁹ Decreto 0977 de 2001 por medio del cual se adopta el POT del distrito turístico y cultural de Cartagena de Indias.

Turismo y recreación

Navegación para recreación. Con relación al transporte que se dirige hacia el Archipiélago Islas del Rosario y Barú, en la actualidad se han formulado varios proyectos de desarrollo turístico en la isla de Barú, la cual se identifica como el polo estratégico de desarrollo turístico¹⁵⁰. Se encuentra el proyecto Playa Blanca (contiguo a la ciénaga Naito), orientado hacia un turismo de “alta categoría”, en terrenos mayoritariamente de la Nación y su desarrollo a cargo de FONADE, siguiendo las estrategias de competitividad turística de la ciudad de Cartagena, la utilización de activos improductivos de la Nación y el apalancamiento para la promoción de inversión privada en el sector de turismo¹⁵¹.

El actual Plan de Desarrollo promueve la navegación y turismo hacia el archipiélago de San Andrés y Providencia y la intensificación de la navegación de cabotaje hacia el golfo de Urabá¹⁵².

También, Cartagena vislumbra, en cuanto a la navegación para recreación, la posibilidad de desarrollar el corredor náutico del Caribe, que consiste en un puerto deportivo para recalar yates y veleros de particulares que recorren todo el Caribe. Las perspectivas para ello se concentran en Tierrabomba¹⁵³. Los servicios complementarios de fondeo, suministro de combustible, mantenimiento, reparación, transporte y comunicaciones demandarán mano de obra calificada. Así mismo, estos son turistas internacionales con una capacidad de gasto cuatro veces superior al turista promedio, por lo cual, cualquier ampliación de esta posibilidad le generará a la ciudad ingreso de divisas¹⁵⁴.

Expectativas sobre el turismo extranjero que ingresará por el Puerto de Cartagena

Cartagena es el primer puerto del país para cruceros de pasajeros. En 1998 y el 2002 los picos de turistas extranjeros que ingresaron a la ciudad de Cartagena mediante cruceros fueron de 127,504 y 85,880 respectivamente¹⁵⁵. El gobierno nacional ha formulado una

¹⁵⁰ Barú cuenta con una población de 10,000 afrodescendientes, ubicados en tres sectores: Santa Ana, Ararca y Barú propiamente dicho. Citado en el documento CONPES 3333.

¹⁵¹ DNP; documento CONPES 3333 Lineamientos de política en materia turística – proyecto Playa Blanca Barú, 17 de enero de 2005.

¹⁵² Acuerdo 002 de junio 5 de 2008, por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social 2008 – 2011 “Por una sola Cartagena”.

¹⁵³ Decreto 0977 de 2001 por medio del cual se adopta el POT del distrito turístico y cultural de Cartagena de Indias.

¹⁵⁴ María Victoria Maldonado; Expectativas y propósitos para una mayor competitividad del sector turístico cartagenero. El reto de mejorar en servicios turísticos. Foro Internacional de competitividad 2007: Cartagena y Bolívar hacia la transformación productiva. Cartagena de Indias DTC, julio 2008.

¹⁵⁵ Proturismo.

estrategia de promoción para en un período de dos años, volver a contar con niveles cercanos a estos picos, para lo cual ha entrado en conversaciones con las compañías navieras y ha realizado alianzas para el retorno de Cartagena como puerto de atraque, dados los cambios en las condiciones de seguridad. Las perspectivas de PROEXPORT es que el sector continúe en aumento, con registros del 10% anual¹⁵⁶. De esta forma, la ciudad espera para el año 2020 un flujo de 905.600 turistas, a partir de calcular un promedio de 1,000 pasajeros por crucero y un factor de ocupación del 80%. Se recuerda que estos son pasajeros en tránsito, están menos de 8 horas en la ciudad, realizan un circuito turístico, por lo cual la demanda de servicios se orienta hacia guías y transportes turísticos, y realizan compras. Un barco de crucero utiliza en promedio 70 buses de turismo para el transporte de los visitantes. Por tanto, Cartagena requeriría la operación simultánea de 3 puestos de atraque¹⁵⁷; se cuenta con la capacidad instalada y la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena cuenta con planes de ampliación a mediano plazo de los centros de recepción de turistas y servicios a las embarcaciones. Se tendrán días de tres cruceros simultáneos.

Posición Competitiva de Cartagena

De acuerdo con el estudio sobre competitividad, adelantado por la alianza Cámara de Comercio de Cartagena y Observatorio del Caribe Colombiano¹⁵⁸, el cual estructuró un indicador global¹⁵⁹ para 17 ciudades del país, incluyendo las 7 ciudades capitales de la Costa Caribe, se encuentra que Cartagena ocupa la octava posición en el ranking y dentro de las ciudades de la Costa ocupa el segundo lugar, luego de Barranquilla. La ciudad tiene marcadas debilidades en los factores de infraestructura, ciencia y tecnología, finanzas y recurso humano; mientras que posee grandes fortalezas en los factores de gestión empresarial e internacionalización de la economía. Por su parte, en los factores de medio ambiente, fortaleza económica y gobierno e instituciones, Cartagena posee un posicionamiento medio entre las ciudades analizadas.

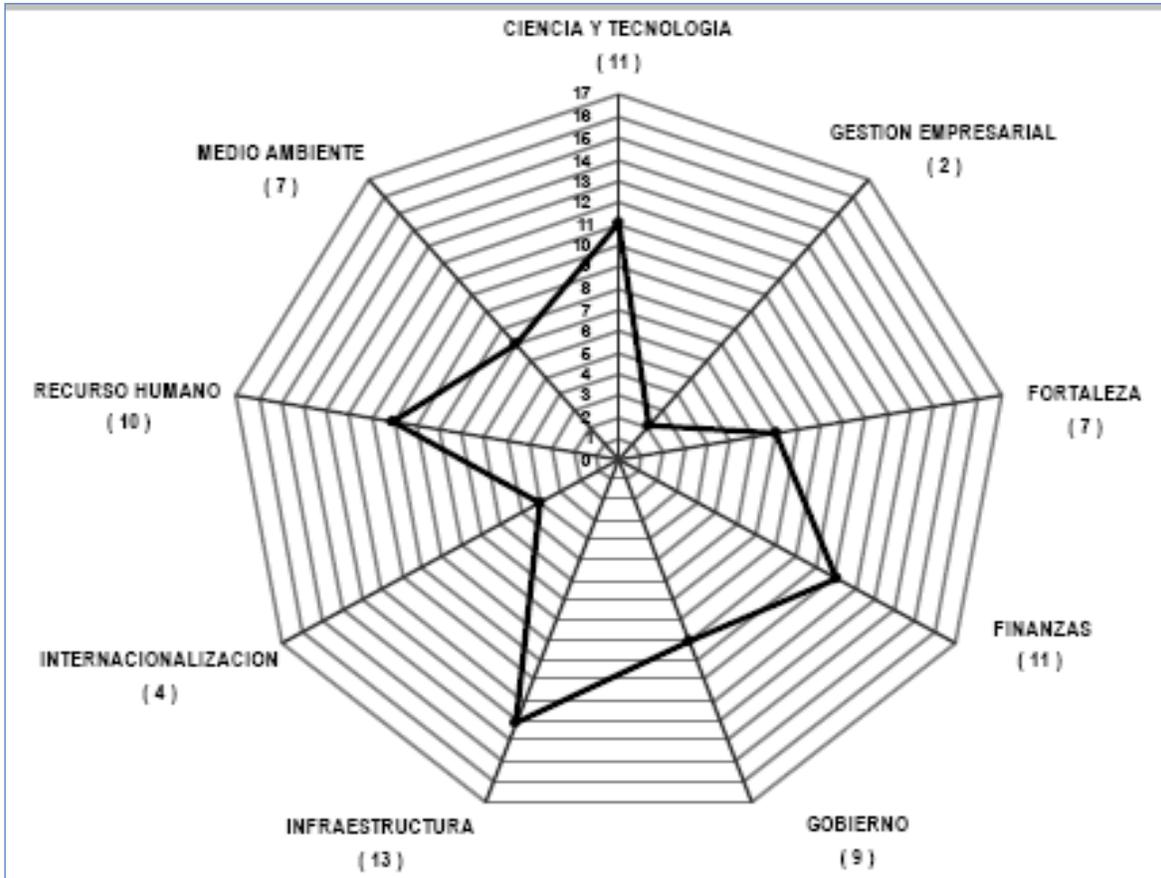
¹⁵⁶ Portafolio; Guía del Exportador, 29 de Agosto de 2008, pág 4.

¹⁵⁷ Distrito de Cartagena de Indias; op cit.

¹⁵⁸ Cámara de Comercio de Cartagena y Observatorio del Caribe Colombiano; Indicador Global de Competitividad de las ciudades colombianas. Serie de estudios sobre la competitividad de Cartagena. 2007.

¹⁵⁹ Se consideran nueve factores y 74 variables, en aplicación de la metodología que promueve la CEPAL.

Figura 3-114 Posición de Cartagena en el ranking de competitividad por factores



Fuente: Cámara de Comercio de Cartagena y Observatorio del Caribe Colombiano; Indicador Global de Competitividad de las ciudades colombianas. Serie de estudios sobre la competitividad de Cartagena. 2007.

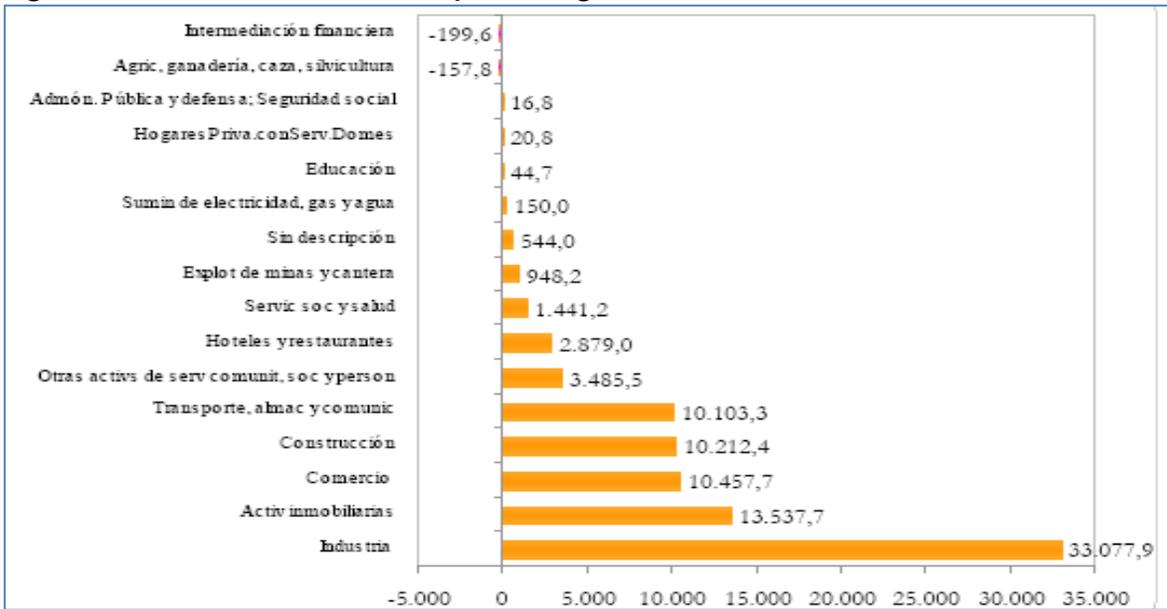
El bajo desempeño de Cartagena en el factor de infraestructura (puesto 13) se explica principalmente por la cobertura del acueducto y alcantarillado (89% y 76% respectivamente), por el indicador de tecnología expresado como el número de clientes conmutados de Internet (114 por cada 10.000 habitantes) y el número de proveedores del servicio (0,11 por cada 10.000 habitantes). Con relación al factor de Ciencia y Tecnología, el bajo desempeño de Cartagena se debe, principalmente, al bajo gasto en actividades de innovación por habitante y al bajo porcentaje de personal ocupado en I&D en las empresas industriales de la ciudad; en ambos casos es casi 10 veces menos que el de las empresas ubicadas en Bogotá (que ocupa el primer lugar). El resultado en el factor de recurso humano se explica principalmente por la baja tasa de ocupación (48,7%, la más baja de las ciudades analizadas después de las de Sincelejo y Barranquilla), la tasa de analfabetismo absoluto (12,1%) que es superior a la de la mayoría de las ciudades, y una baja tasa de cobertura en educación superior (16,2%). En el factor de finanzas, Cartagena ocupa el puesto 11 y tiene bajos indicadores de eficiencia de la banca (profundización financiera, cartera per cápita y cobertura de seguros).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS NUEVAS EN LA REFINERÍA DE CARTAGENA POR ADICIÓN DEL TERMINAL PORTUARIO

Tendencias de la inversión de capital en Cartagena

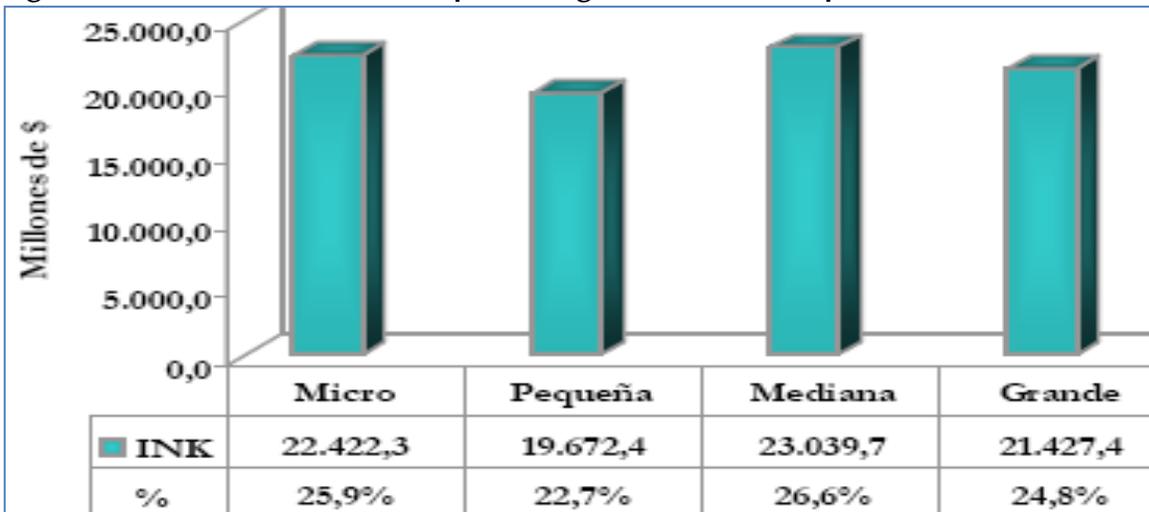
De acuerdo con las estadísticas de la Cámara de Comercio de Cartagena, en el 2007 la inversión en capital se concentró, por sectores de actividad económica, en la industria. La inversión se orientó hacia todos los tamaños de empresas, como se observa en las siguientes figuras:

Figura 3-115 Inversión neta de capitales según actividades económicas – 2007



Fuente: Cámara de Comercio de Cartagena; datos preliminares

Figura 3-116 Inversión neta de capitales según tamaño de empresa – 2007

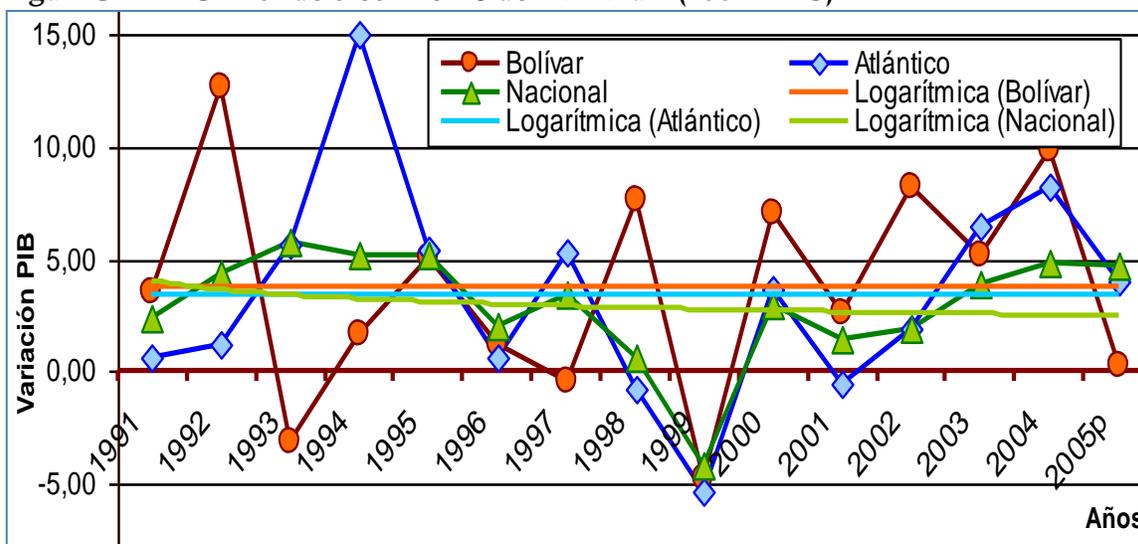


Fuente: Cámara de Comercio de Cartagena; datos preliminares

En el PIB del departamento de Bolívar, Cartagena tiene una alta participación, lo mismo ocurre en Atlántico con Barranquilla. De hecho, estas dos ciudades se constituyen en polos de desarrollo para el Caribe colombiano. De la costa Caribe, estos dos departamentos son los que mayor aportan al PIB nacional. La Figura 3-117 muestra que la tendencia en el período 1991-2005 ha sido un mayor crecimiento del PIB de Bolívar, frente al del Atlántico, y que ambas tasas de crecimiento se encuentran por encima de la tasa de crecimiento del PIB nacional, tendiendo a ser mayor la brecha a partir del 2000: En los tres últimos años de cuentas nacionales (2002-2004), el crecimiento del PIB en Bolívar ha sido del 8,18, 5,17 y 9,88% respectivamente. En Atlántico ha sido algo menor. Ambos están muy por encima del promedio nacional que tiene registros de 1,93, 3,86 y 4,87% respectivamente.

Lo anterior se explica por las orientaciones de política hacia la apertura económica, donde el eje Barranquilla-Cartagena y posiblemente Santa Marta (con las exportaciones de carbón) se volvieron un polo de desarrollo para el crecimiento del país.

Figura 3-117 Gráfica de crecimiento del PIB Anual (1991-2005)



Fuente: DANE, cuentas nacionales.

Dadas las condiciones de reactivación de la economía mundial y los esquemas de competitividad y globalización, es de esperarse que a futuro Bolívar gane participación en su aporte al PIB nacional. De hecho, mientras en la década de los noventa esta participación fue del 3,48% en promedio, en el primer quinquenio del 2000 ésta ya había aumentado a 3,84%. La dinámica en Atlántico ha sido menor, de 4,38% aumentó a 4,48%.

Los proyectos estratégicos enunciados por las autoridades de la ciudad, que permitirán consolidar y complementar el desarrollo de la ciudad a partir del concepto de centralidades urbanas son los siguientes¹⁶⁰:

Corredor Logístico e industrial de El Bosque: Comprende la renovación del área que integra las zonas portuarias de Manga y El Bosque con la zona industrial de MAMONAL, mediante la localización de actividades logísticas, comerciales, financieras y de apoyo a los sectores productivos a lo largo del nuevo Corredor de Acceso Rápido a la Variante.

Centro Tecnológico de Membrillal: Complementa en cuanto a equipamiento educativo las actividades portuarias, industriales y de servicios de apoyo a los sectores productivos. Se localiza equidistante a la zona verde, zona urbana al sur occidente y al Centro Poblado de Pasacaballos.

Centralidad portuaria multimodal de Pasacaballos¹⁶¹: su ubicación es el punto de unión del Canal del Dique y el río Magdalena con la Bahía de Cartagena y el Corredor de Acceso Rápido a la Variante. Implica la potencialidad de desarrollo de esta centralidad portuaria con actividades logísticas de apoyo para estimular la comunicación fluvial de la ciudad, así como su uso para el desplazamiento y fomento de actividades turísticas y ecoturísticas. Para proteger las actividades residenciales del Centro Poblacional, la comunicación terrestre con la ciudad y la región debe generarse a partir de una vía perimetral a su área de expansión urbana.

En relación con el equilibrio entre los distintos sectores económicos, se busca incentivar el desarrollo agroindustrial del Sector de Membrillal y fomentar la vocación turística sostenible en los corregimientos de la isla de Tierra Bomba y La Boquilla, así como en Pasacaballos, teniendo en cuenta las posibles ofertas turísticas del Canal del Dique y su acceso multimodal.

A continuación se hace una breve descripción de los principales proyectos de desarrollo que tiene el Distrito de Cartagena según GEO Cartagena (2007).

Plan Maestro de Alcantarillado: con el Plan Maestro de Alcantarillado se pretende dotar a la Ciudad de Cartagena de la infraestructura básica adecuada para lograr su completo saneamiento, desde la recolección de las aguas servidas hasta su disposición final, incluyendo el sistema de tratamiento correspondiente. El plan está dividido en dos etapas: en la primera se previó el saneamiento de la vertiente de la Ciénaga, mientras que en la segunda etapa se dispuso el saneamiento de la parte de la Bahía. Las actuaciones

¹⁶⁰ Opcit. Artículo 17. Proyectos Estratégicos en el área rural.

¹⁶¹ Ibid. Artículo 19: Las Centralidades Rurales.

principales que contempla el Plan Maestro son la construcción de los colectores necesarios para agrupar las aguas en un único punto de tratamiento y la construcción del sistema de disposición final que consiste en el Emisario Submarino. Información suministrada por Acucar confirma que durante el año 2006 se finalizó el proyecto de Vertiente La Bahía -, financiado por el BID- con una inversión superior a los US\$ 40 millones de dólares que permitió construir la infraestructura necesaria para habilitar y mejorar el sistema de Alcantarillado de las zonas cercanas a la vertiente de la Bahía. Se han eliminado los diferentes vertidos que existían, manteniendo en la actualidad tan solo la descarga a través del emisario de Manzanillo el cual será eliminado tan pronto este culminado el sistema de disposición de aguas residuales que se encuentra en construcción.

Plan Maestro de Canales Pluviales: en 1982 Cartagena concibió el primer y único Plan Maestro de Drenajes Pluviales (PMDP), a través de un programa de cooperación técnica con el PNUD (Col 73/ 004), para un área urbana de 2.300 hectáreas y una población de 435.000 habitantes, pero no existía un plan regulador para manejar de forma integral el conjunto de las descargas generadas por las nuevas urbanizaciones. Consciente de estas deficiencias, la Alcaldía Mayor de Cartagena, incluyó en el Plan de Ordenamiento Territorial como un proyecto prioritario para la ciudad la actualización del PMDP. En el año 2001 el Distrito elabora un diagnóstico preliminar de la situación de la red de drenaje pluvial de la ciudad pero solo hasta este año se adjudica el contrato para adelantar los estudios y diseños del plan con un costo de \$2.587 millones.

Subproyecto de Caños y Lagos: este es uno de los proyectos más importantes de la ciudad, su objetivo es lograr el mejoramiento hidráulico del sistema de caños, lagunas y ciénagas del Distrito de Cartagena. Se inició en el año 1993 con la construcción del Eje I; en el año 1995 se ejecuto el Eje III, y solo hasta el año 2006 se reanudo en firme su ejecución. El eje II se desarrolla en el marco de un convenio entre CARDIQUE y Edurbe¹⁶², e incluye los proyectos de la construcción de la Quinta Avenida de Manga, el Paseo Peatonal de la Avenida del Lago y la protección de orillas del sistema lagunar de la ciudad. El ente ejecutor es Edurbe. La inversión para estas obras asciende a los \$37. 979.532.000,00.

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS. La misión y responsabilidad del Distrito enmarcado en la normatividad vigente, son la planeación, coordinación, supervisión y control del servicio de aseo en el territorio. Actualmente el Distrito no cuenta con un sistema de gestión ambiental para el manejo de los residuos sólidos, a pesar de haber iniciado la formulación del Plan Integral de Residuos Sólidos PGIRS en el año 2002. La Alcaldía de Cartagena al no haber terminado aún dicho plan, ha incumplido los plazos establecidos por el gobierno nacional para su formulación. En el 2006 se concretó un

¹⁶² Empresa de Desarrollo Urbano

convenio con la Universidad de Cartagena para su culminación. Este trabajo se adelanta con la participación de CARDIQUE, el EPA Cartagena, los nuevos consorcios de aseo, los recicladores organizados y el acompañamiento del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. El documento se presentará posteriormente al comité coordinador del PGIRS para su validación. En el mes de abril de 2007 se culminó la fase de caracterización de los residuos producidos en la ciudad.

Proyecto Piloto de Separación en la fuente y recolección selectiva en el Centro Histórico. La EPA Cartagena en el año 2006 en convenio interadministrativo con EDURBE formuló el Proyecto Piloto de Separación en la fuente y recolección selectiva en el Centro Histórico. El Centro Nacional de Producción más Limpia con el apoyo del gobierno Suizo y financiado por el Fondo de Protección para la Acción Ambiental FPAA, adelantó en el año 2001 el Proyecto BORSI (Bolsa Nacional de Residuos y Subproductos Industriales). Este proyecto a nivel nacional es un sistema de información desarrollado para promover la recuperación, reciclaje y reintegración de residuos y subproductos industriales. Su continuidad está planteada en los convenios suscritos por el centro con las dos autoridades ambientales desde hace dos años, sin embargo no ha sido posible su implementación

El Plan de Gestión Ambiental para la región 2007-2009 de CARDIQUE¹⁶³ tiene como propósito consolidar las estrategias y los planes de conservación ambiental. La unidad de ordenamiento y zonificación ambiental que se toma de su jurisdicción es la ecorregión Zona Costera, en lo que tiene que ver con el Distrito de Cartagena. Las líneas estratégicas del PGAR son:

- Cuerpos de agua ambientalmente sanos.
- Bosques y manglares como hábitat de biodiversidad.
- Procesos productivos endógenos.
- Mejor gestión y
- Educación ambiental, comunicación y participación ciudadana.

El Plan reconoce para el período 1990-2003 el crecimiento positivo del sector de pesca en la ecorregión, lo cual corresponde por una parte al desarrollo agroindustrial, con empresas comercializadoras de pescado y mariscos que se concentran en Cartagena y orientan su producción a mercados nacionales y exportaciones, y por otra parte, al aumento de la piscicultura sobre el delta del canal del Dique, donde el camarón de cultivo, con el establecimiento de 15 empresas, es de los más tecnificados de Latinoamérica y su producción, cerca de 9.000 toneladas al año, se dirige hacia los mercados externos¹⁶⁴.

¹⁶³ CARDIQUE; Proyecto de discusión Plan de Acción Trienal 2007-2009.

¹⁶⁴ CARDIQUE, Ibid.

El desarrollo del potencial turístico de la ciudad no entra en conflicto, en el uso del suelo, con la delimitación y el área de expansión industrial y portuaria de la zona de MAMONAL; es más, se espera que mejoramientos en la infraestructura portuaria (puerto integral) promuevan el mayor ingreso de viajeros extranjeros a la ciudad. Para la ciudad, el turismo es la principal fuente de generación de empleo: estadísticas registran que por cada 100 habitaciones hoteleras hay 90 empleos.

El establecimiento público ambiental (EPA) de la administración Distrital define cuatro instrumentos para su gestión: 1) Agendas ambientales locales, 2) el sistema de monitoreo de la gestión ambiental, 3) la estrategia de capacitación y 4) el sistema de información ambiental¹⁶⁵.

3.4.9 Información sobre población a reasentar

El proyecto de construcción y operación del Terminal portuario de Reficar, no implicará el reasentamiento de ninguna comunidad ni familia, pues el sitio en el cual se ubicará, se encuentra desocupado y el lote es de propiedad de la Empresa desde hace más de 45 años.

3.5 Zonificación ambiental.

Teniendo en cuenta la caracterización ambiental del área de influencia, y una vez analizada de forma integral los medios biótico, abiótico y socioeconómico, los aspectos que se tuvieron en cuenta para la zonificación ambiental obedecieron a las siguientes consideraciones:

- Identificación de los ecosistemas y recursos naturales en el área de interés.
- Clasificación de los ecosistemas y recursos naturales de acuerdo con el Decreto 1753 de agosto 3 de 1994: Ecosistemas sensibles, ecosistemas críticos, ecosistemas de importancia ambiental y ecosistemas de importancia social.

Por lo anterior, el objetivo es determinar la potencialidad, fragilidad y sensibilidad ambiental del área, en su condición sin proyecto.

Identificación de los ecosistemas, recursos y/o elementos socioeconómicos en el área de interés

En este sentido, se evaluó la existencia de los siguientes elementos:

- Áreas de régimen o manejo especial y/o ecosistemas legalmente establecidos

¹⁶⁵ Informe de Actualización sobre el Plan de Gestión Ambiental del Distrito de Cartagena. Diciembre del 2005.

- Áreas protectoras
- Áreas de inestabilidad geotécnica
- Microcuencas de acueductos
- Áreas de altas pendientes
- Nacederos
- Zonas de recarga hídrica
- Áreas de desarrollo agropecuario
- Áreas de desarrollo forestal
- Áreas de desarrollo pesquero
- Áreas de infraestructura productiva (energía, minería, industria).
- Asentamientos poblacionales (urbanos, rurales, étnicos y otros).
- Áreas de desarrollo portuario.
- Áreas de desarrollo suburbano
- Áreas de recreación y turismo
- Áreas de interés arqueológico

En la Tabla 3-75, se definen y describen, de las áreas anteriormente mencionadas, cuáles son las que se encuentran presentes en el área de influencia del proyecto.

Tabla 3-75 Ecosistemas, recursos y/o elementos socioeconómicos considerados para la zonificación ambiental

ELEMENTO	ÁREA DE ESTUDIO
ÁREAS DE RÉGIMEN ESPECIAL	El proyecto se localiza en la Bahía de Cartagena, cuya actividad se refiere al tráfico de buques cargueros, turistas y pesca artesanal ilegal, lo que significa que esta área no tiene régimen especial. A nivel social se destaca en el área de influencia indirecta del proyecto la zona de Pasacaballos, donde existe un grupo social de bajos recursos económicos, que en gran parte asociación su sostenibilidad al desarrollo de la Zona Industrial de Mamonal, donde está ubicado el proyecto.
ÁREAS PROTECTORAS	En el área de influencia directa del proyecto se considera como un área protectora la zona de manglar.
ÁREAS DE INESTABILIDAD GEOTÉCNICA	El área del proyecto pertenece al Cinturón del Sinú, sobre la formación Arjona – Bayuca, las cuales presentan una morfología ondulada suave; sobre este cinturón es común de fenómeno de diapirismo, pero el área de influencia del proyecto, está catalogada como de baja actividad sísmica.
MICROCUENCAS DE ACUEDUCTOS	En el área de influencia indirecta ni directa existen este tipo de microcuencas con esta destinación, puesto que la mayor parte del agua es captada del canal del Dique y distribuida por el sistema de acueducto de la ciudad, a través de la empresa ACUACAR.
ÁREAS DE ALTAS PENDIENTES	No existen en el área de influencia zonas con altas pendientes.
NACEDEROS	En el área de influencia del proyecto no se identificaron nacederos de fuentes hídricas.
ZONAS DE RECARGA HÍDRICA	En el área de desarrollo del proyecto, por ser costera, no se identifican zonas

ELEMENTO	ÁREA DE ESTUDIO
	de recarga hídrica.
QUEBRADAS Y DRENAJES MENORES	En el área de desarrollo del proyecto no existen quebradas, y los drenajes que hay son de aguas de escorrentía.
ÁREAS DE DESARROLLO AGROPECUARIO	En general en el área de influencia del proyecto no existen zonas potenciales de desarrollo agropecuario, además de que su uso del suelo es industrial.
ÁREAS DE DESARROLLO FORESTAL	No existe desarrollo alguno forestal, dentro de la zona de influencia del proyecto
ÁREAS DE DESARROLLO PESQUERO	Como se mencionó, la Bahía de Cartagena está vedada para la pesca mediante la Resolución 683 de 1977.
ÁREAS DE INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA	Hacen parte de esta definición, todas las áreas de desarrollo industrial que se dan en la Bahía de Cartagena.
ÁREA DE INFRAESTRUCTURA VIAL	Existe la carretera a Mamonal por donde circula transporte de carga y el transporte público y privado a cargo de un concesionario privado. Se cuenta con la variante Mamonal – Gambote, vía diseñada para el tráfico de vehículos pesados y por donde transita la carga procedente de Barranquilla, y el transporte que desde la zona industrial de Mamonal se dirige al interior del país. La vía circunvalar que comunica directamente a Mamonal con en terminal de transportes de la ciudad y luego se intercepta con la troncal de occidente.
ÁREAS DE INFRAESTRUCTURA PORTUARIA	La Bahía de Cartagena se encuentra considerada dentro de las principales zonas portuarias del Caribe.
ÁREA DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS	La cobertura de servicios públicos está considerada como una cobertura media – alta.
ÁREAS DE DESARROLLO SUBURBANO	Como desarrollo suburbano se presenta el área de Pasacaballos.
ASENTAMIENTOS ANCESTRALES ÉTNICOS	En la zona de influencia directa del proyecto no existe la presencia de territorios colectivos de afro descendientes, ni de indígenas.
ASENTAMIENTOS POBLACIONALES	En el área de influencia directa no se encuentran asentamientos poblacionales. En el área de influencia indirecta se encuentra la comunidad de Pasacaballos.
ÁREAS DE RECREACIÓN Y TURISMO	En el área de influencia directa del proyecto no existen áreas con estos usos, en el área de influencia indirecta existen zonas de recreación y turismo, debido a que Cartagena es Distrito Turístico.
ÁREAS DE INTERÉS ARQUEOLÓGICO	En el área de desarrollo del proyecto no existen este tipo de áreas.

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

Clasificación de los ecosistemas y recursos naturales

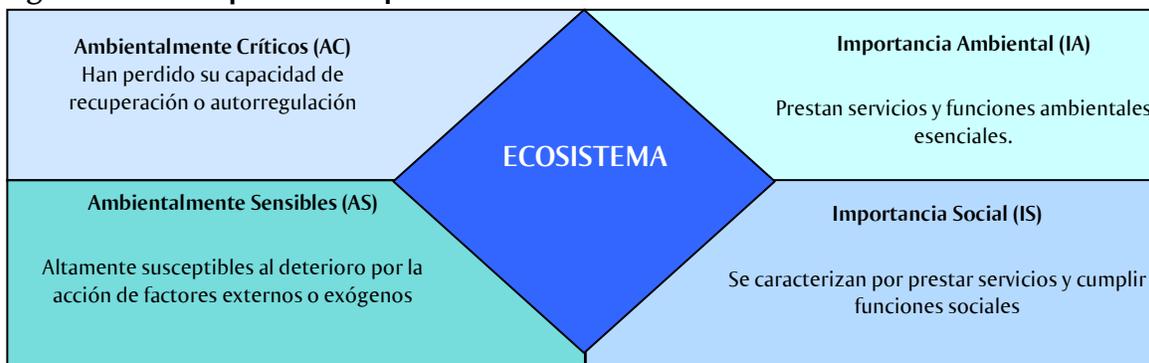
Si bien en el anterior numeral se identificaron los elementos de sensibilidad ambiental, a continuación se complementan y se determina su relación con cada uno de los ecosistemas ambientales:

- *Ecosistemas Ambientalmente Críticos.* Aquellos que han perdido su capacidad de recuperación o autorregulación.

- *Ecosistemas Ambientalmente Sensibles.* Aquellos altamente susceptibles al deterioro por la introducción de factores ajenos o exógenos.
- *Ecosistemas de Importancia Ambiental.* Aquellos que prestan servicios y funciones ambientales.
- *Ecosistemas de Importancia Social.* Por importancia social se entiende la significación intrínseca que tiene un bien, conjunto de bienes o un sistema, ya sean inmateriales o materiales, muebles e inmuebles; para un grupo social humano en la medida en que cumple funciones culturales (identidad, historia, simbolismo, tradición, artísticas, lúdicas, estéticas); religiosas (sacralidad, culto, creencias); políticas (estabilidad social, legitimidad, gobernabilidad); de seguridad y orden público; económicas (productividad, empleo, intercambio, transporte, almacenaje, mercadeo, etc.); institucionales (administrativas, normativas, judiciales, policivas, planeación, recaudo, etc.); comunitarias (participación, veeduría, comunicación); de atención de necesidades sociales (educativas, salud pública, seguridad social, vivienda, recreación); o necesidad de atención de servicios públicos domiciliarios, servicios públicos no domiciliarios, recreación pasiva, etc.).

En el área de influencia directa e indirecta del proyecto, corresponden a aquellos ecosistemas que cumplen con funciones socio - económicas. Se incluyen aquí todos los elementos del entorno físico-biótico que generan o tienen potencialidad de generar ingresos para la comunidad. De esta manera toda el área objeto de estudio para los fines del Proyecto, cumple con este papel, sea esta directa o indirecta para los fines de su sensibilidad y planeamiento de gestión futura correspondiente.

Figura 3-118 Esquema base para la clasificación de ecosistemas



Fuente: Moffatt & Nichols, 2007

Esta clasificación facilita no sólo orientar el proceso de planificación de las actividades propias del proyecto, sino que es una herramienta que permite garantizar de manera equilibrada y homogénea la sostenibilidad ambiental del sector que será intervenido por el desarrollo del proyecto.

En la Tabla 3-76 se presenta la matriz de zonificación ambiental correspondiente al área del proyecto.

Tabla 3-76 Matriz de zonificación ambiental

ELEMENTO	CLASIFICACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS Y RECURSOS NATURALES			
	ECOSISTEMA CRÍTICO	ECOSISTEMA SENSIBLE	ECOSISTEMA DE IMPORTANCIA AMBIENTAL	ECOSISTEMA DE IMPORTANCIA SOCIAL
Medio físico				
Columna de agua y lecho marino				
Canales de acceso y zonas portuarias				
Medio biótico				
Manglar				
rastrojo bajo				
Medio socioeconómico – cultural				
vías de acceso				
infraestructura de servicios				
infraestructura productiva				
GRADO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL	MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

Determinación de la sensibilidad ambiental del área

Identificados y clasificados los ecosistemas, recursos y/o elementos socioeconómicos considerados para la zonificación ambiental, se procedió a determinar las áreas de sensibilidad ambiental correspondientes, las cuales se describen a continuación. (Ver Plano 3-9).

- Áreas y/o Elementos de Muy Alta Sensibilidad Ambiental

Para la selección de áreas y/o elementos de muy alta sensibilidad ambiental, se tienen en cuenta aquellos componentes que reporten alta y media sensibilidad en dos o más de los ecosistemas o grupos de ellos establecidos en la matriz (de sensibilidad, importancia ambiental y/o importancia social), por lo que para el caso del proyecto de terminal portuario de Reficar, no existe categorizado como de muy alta sensibilidad ambiental, ningún elemento de la matriz de zonificación ambiental de la Tabla 3-76 anterior.

- Áreas y/o Elementos de Alta Sensibilidad Ambiental

En esta categoría se seleccionaron aquellos elementos que reportan alta sensibilidad en dos o más de los ecosistemas (de sensibilidad, importancia ambiental y/o importancia

social). De esa forma, para el caso del terminal portuario de Reficar, los ecosistemas presentes en el área que registran componentes o elementos con esta sensibilidad establecida, son los de infraestructura de servicios y de productividad. (Ver Tabla 3-77).

Tabla 3-77 Áreas y/o elementos de alta sensibilidad ambiental

ÁREA Y/O ELEMENTO	OBSERVACIONES
INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS	La infraestructura de servicios corresponde a ecosistemas de alta sensibilidad debido a que en la medida que sean intervenidos, puede llegar a comprometer la afectación de un servicio básico, para lo cual y no obstante reconocer que para el desarrollo del proyecto se tienen cubiertos todos los servicios requeridos por parte del mismo, se considera de alta sensibilidad, toda vez que su cubrimiento en la zona suburbana no ha sido desarrollado en su totalidad.
INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA	La infraestructura referida está asociada al las tendencias de desarrollo, las cuales se caracterizan como de alta sensibilidad, al reconocer que su impacto social es alto, a la vez que se reconoce que en gran medida, la comunidad aledaña al proyecto subsiste o depende para su sostenimiento y desarrollo de las actividades industriales y productivas actualmente en desarrollo.

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

- Áreas y/o Elementos de Media Sensibilidad Ambiental

Se seleccionaron como áreas y/o elementos de media sensibilidad ambiental, aquellos que reportan alta sensibilidad a nivel de alguno de los ecosistemas (de sensibilidad, importancia ambiental y/o importancia social), o las áreas que reportan media sensibilidad en uno o más de los mismos ecosistemas (Ver Tabla 3-78). Corresponden Columna de agua y lecho marino, Canales de acceso y zonas portuarias, Vías de acceso y Manglar.

Tabla 3-78 Áreas y/o elementos de media sensibilidad ambiental

ÁREA Y/O ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
COLUMNA DE AGUA Y LECHO MARINO	Siendo clasificada la bahía como un estuario, debido al gran aporte de agua dulce y carga sedimentaria que recibe del canal del Dique, y siendo sometida a los vertimientos de aguas residuales domésticas y a los vertimientos industriales de la zona, hacen que estos factores sobre la columna de agua y el lecho marino de la bahía de Cartagena, conducen a clasificar este componente como un ecosistema altamente sensible.
CANALES DE ACCESO Y ZONAS PORTUARIAS	Reconociendo que el gobierno nacional pretende ampliar el canal de acceso a la Bahía de Cartagena, lo que implica que su capacidad de recibir buques de mayor calado se ampliaría, a la vez que las parcelas de carga y en general el tráfico naviero por la bahía, el hecho hace que el componente adquiere el nivel de un ecosistema de Importancia Social para la zona.
VÍAS DE ACCESO	En su conjunto son elementos de sensibilidad media que demandan medidas de manejo para evitar que se afecten, deterioren o que se impida su funcionalidad diaria frente a las actuales demandas del desarrollo. De llegarse a alterar, se deberá recuperar hasta obtener por lo menos las mismas condiciones en que se encuentre la

ÁREA Y/O ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
	infraestructura disponible antes de la intervención.
MANGLAR	Previendo que las áreas de manglar están legalmente protegidas por diferentes disposiciones de origen gubernamental, es importante recordar que este cinturón de mangle fue sembrado en su mayoría por Ecopetrol como una medida de protección ambiental de su zona de desarrollo industrial y que el mismo se encuentra en un terreno de uso privado, que según el POT vigente, hace parte de la zona de suelos de uso industrial. En ese sentido, el proyecto es consciente de la importancia del mismo para la protección de la línea playa, por lo cual la afectación del mangle en el desarrollo del proyecto será mínima y la misma será compensada en consecuencia, según se acuerde con la autoridad ambiental competente.

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.

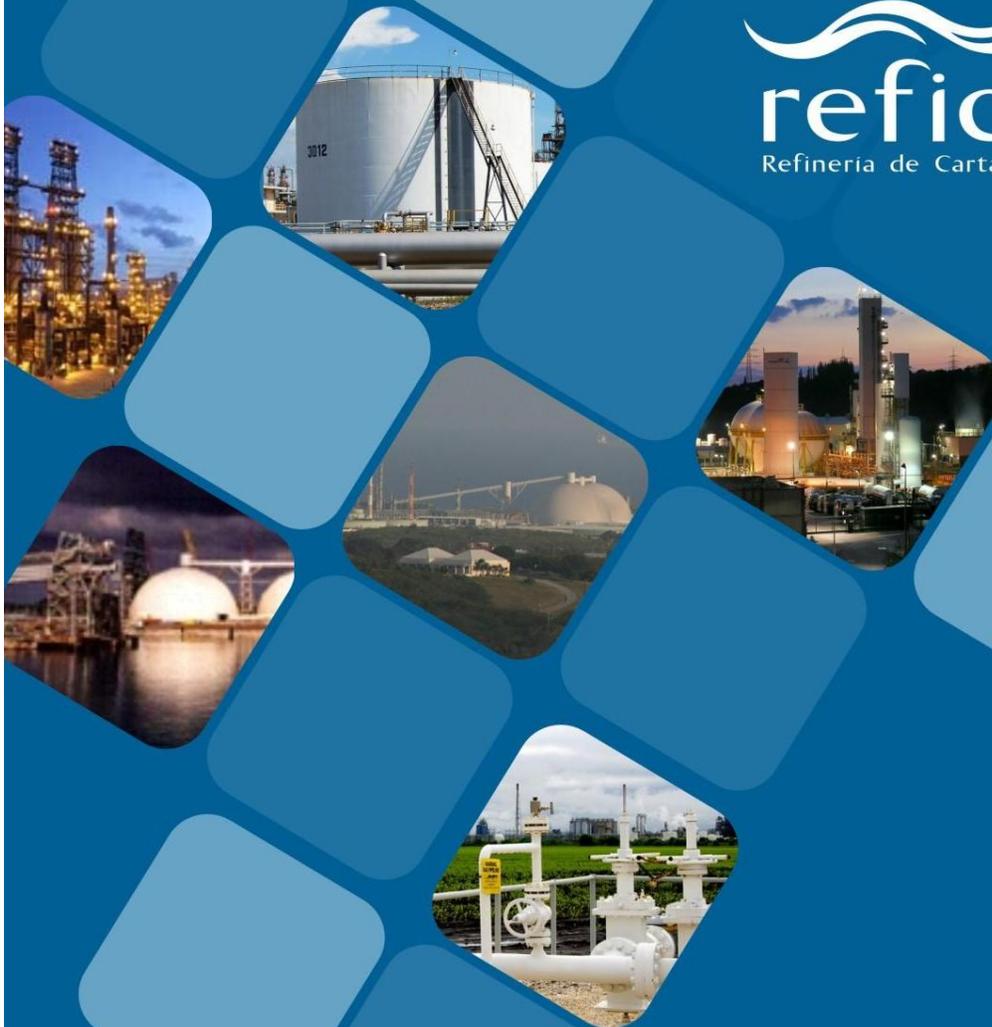
- Áreas y/o Elementos de Baja Sensibilidad Ambiental

Se seleccionaron como áreas y/o elementos de baja sensibilidad ambiental, aquellos que reportan baja sensibilidad a nivel de alguno de los ecosistemas (de sensibilidad, importancia ambiental y/o importancia social) (Ver Tabla 3-79).

Tabla 3-79 Áreas y/o elementos de baja sensibilidad ambiental

ÁREA Y/O ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
RASTROJO BAJO	Son consideradas áreas de baja sensibilidad porque en estas áreas ha desaparecido o tradicionalmente no ha existido una cobertura boscosa de consideración, predominando las especies herbáceas, siendo especies pioneras de corta vida, donde la presencia de fauna es muy baja o predominantemente escasa. Las especies que se desarrollan en esta clase de cobertura son por lo general muy resistentes, las cuales se vuelven en muchas oportunidades invasoras alelopáticas, obstruyendo el desarrollo de otras especies vegetacionalmente más valiosas.

Fuente: Araujo Ibarra & Asociados S.A.



ANEXOS TOMO 1/2 CAPÍTULOS 0, 1, 2 Y 3

Julio de 2009

Anexo 3-1 Acuerdo No 033 del 03 de octubre de 2007 (Digital).

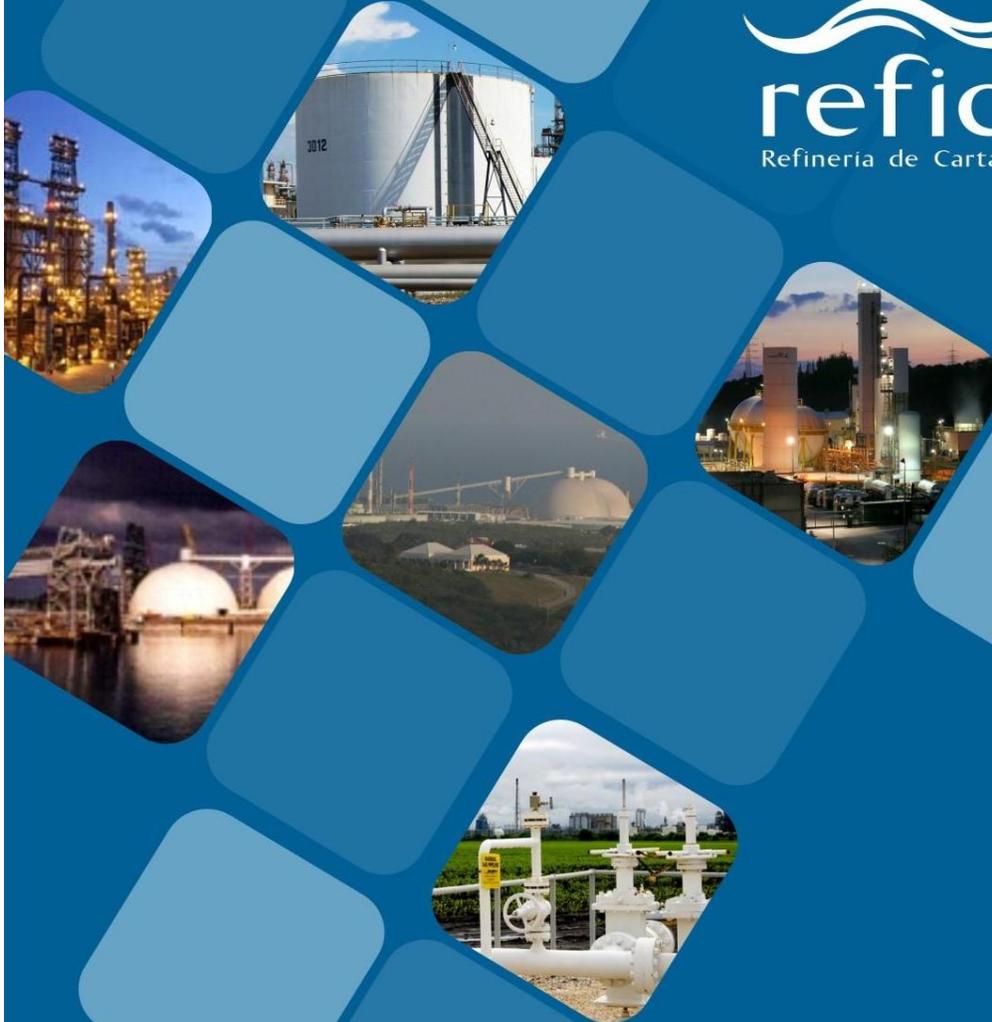
Anexo 3-2 Registro diario de las principales variables meteorológicas para el periodo de calidad del aire. (Digital).

Anexo 3-3 Resultados de análisis de los parámetros de calidad del aire. (Digital).

Anexo 3-4 Resumen de los principales datos meteorológicos durante los días de monitoreo de ruido ambiental. (Digital).

Anexo 3-5 Certificados de calibración de los equipos de medición de ruido. (Digital).

**Anexo 3-6 Actas respectivas de la socialización del proyecto y su material de registro
fílmico y fotográfico.**



PLANOS TOMO 1/2 CAPÍTULOS 0, 1, 2 Y 3.

Julio de 2009

Plano 2-1 Ubicación del proyecto georreferenciado.

Plano 2-2 Planta de las Instalaciones.

Plano 3-1 Geología de la zona de desarrollo del proyecto

Plano 3-2 Geomorfología de la zona de desarrollo del proyecto

Plano 3-3 Topografía del área aledaña

Plano 3-4 Batimetría de la Bahía de Cartagena

Plano 3-5 Usos del suelo de la zona de interés, parte del mapa del POT de Cartagena.

Plano 3-6 Hidrología de la zona del proyecto.

Plano 3-7 Hidrogeología de la zona.

Plano 3-8 Cobertura Vegetal.

Plano 3-9 Zonificación de sensibilidad ambiental del proyecto.