
	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 1 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

B	16/10/2015	Caracterización Abiótica	Luisa Alzate, Marlon Agamez, Juan Salazar, Julio Mesa	Carlos Rey, July Bibiana Salazar	Maria Andrea Patiño
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORO	REVISO	APROBO

Revisión A: Emitido para Comentarios del Cliente

Revisión B: Emitido para Aprobación del Cliente

Revisión 0: Aprobado para Ingeniería Básica





	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 2 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	24
5.1 Medio abiótico	24
5.1.1 Geología	24
5.1.2 Geomorfología	36
5.1.3 Paisaje	64
5.1.4 Suelos y uso de la tierra	89
5.1.5 Hidrología	114
5.1.6 Calidad del agua.....	127
5.1.7 Usos del agua.....	185
5.1.8 Hidrogeología	191
5.1.9 Oceanografía	244
5.1.10 Geotecnia	421
5.1.11 Atmósfera	428

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 3 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 5.1 Estructuras geológicas del NW Colombiano	29
Figura No. 5.2 Mapa geológico generalizado del área del proyecto.....	30
Figura No. 5.3 Geoamenazas identificadas en el área del proyecto	32
Figura No. 5.4 Fragmento del mapa de amenaza sísmica en Colombia.	35
Figura No. 5.5 Geología local.....	36
Figura No. 5.6 Unidades geomorfológicas presentes en el área del proyecto.....	42
Figura No. 5.7 Clasificación de los deltas en función del proceso dominante.	43
Figura No. 5.8 Desembocadura de un río con predominio fluvial.	45
Figura No. 5.9 Desembocadura de un río dominado por oleaje, a la izquierda las olas llegan perpendicularmente a la costa, a la derecha las olas llegan en forma oblicua induciendo una deriva litoral.	48
Figura No. 5.10 Procesos morfodinámicos que actúan sobre las geformas en el área de estudio.	49
Figura No. 5.11 Evolución del delta durante el periodo 2013-2007.	56
Figura No. 5.12 Cuña de sedimentos entre la margen derecha del río León y el mar que se ha conformado por el efecto “espólón” de la barra de la margen derecha del río.....	57
Figura No. 5.13 Desplazamientos de la línea de costa - Foto 1983.	58
Figura No. 5.14 Desplazamientos de la línea de costa desde el año 1983.	59
Figura No. 5.15 Modelo batimétrico y de elevación del área de estudio.....	61
Figura No. 5.16 Modelo Digital de Elevación en 3D del área de estudio	62
Figura No. 5.17 Unidades del paisaje - escala 1:550.000	67
Figura No. 5.18 Unidades de Paisaje Terrestre en el área de estudio del proyecto	69
Figura No. 5.19 Unidades de Paisaje Marino y Terrestre en el área de estudio del proyecto	70
Figura No. 5.20 Análisis de visibilidad paisajística.....	73
Figura No. 5.21 Calidad visual de las Unidades del Paisaje	78
Figura No. 5.22 Localización de los sitios de interés paisajístico.....	80



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 4 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Figura No. 5.23	Paisaje del fondo marino	89
Figura No. 5.24	Unidades Cartográficas de Suelos (UCS) en el área de influencia del proyecto	91
Figura No. 5.25	Uso potencial del suelo en el área de influencia del proyecto	101
Figura No. 5.26	Uso del suelo y actividades económicas predominantes del municipio de Turbo	102
Figura No. 5.27	Uso actual del suelo dentro del área de influencia del proyecto	103
Figura No. 5.28	Zonificación de usos del suelo del municipio de Turbo	112
Figura No. 5.29	Conflictos por uso del suelo dentro del área de influencia del proyecto.	114
Figura No. 5.30	Esquema de los ríos que desembocan en el golfo de Urabá	115
Figura No. 5.31	Caudales medios mensuales del río León -Estaciones Barranquillita y Villarteaga	118
Figura No. 5.32	Caudales medios mensuales del río León - Estación Barranquillita (Estadísticas 1989-1993)	118
Figura No. 5.33	Ciclo anual de caudales diarios del río León	119
Figura No. 5.34	Canal Nueva Colonia	120
Figura No. 5.35.	Áreas susceptibles a inundación en el Golfo de Urabá	123
Figura No. 5.36.	Distribución espacial de los perfiles medidos en el delta del río León	125
Figura No. 5.37.	Mediciones de salinidad en el delta del río León. A. época seca. época húmeda. C. época seca.....	126
Figura No. 5.38	Localización de las estaciones de muestreo de calidad del agua y sedimentos continentales.....	128
Figura No. 5.39	Comportamiento potencial de Hidrógeno – Agua Superficial	131
Figura No. 5.40	Comportamiento Temperatura – Agua Superficial	132
Figura No. 5.41	Comportamiento Oxígeno Disuelto – Agua Superficial.....	133
Figura No. 5.42	% Saturación de Oxígeno Disuelto – Agua Superficial.....	134
Figura No. 5.43	Comportamiento Conductividad – Agua Superficial	135
Figura No. 5.44	Comportamiento Acidez y Alcalinidad– Agua Superficial.....	136
Figura No. 5.45	Comportamiento Dureza Cálctica y Dureza Total – Agua Superficial	137
Figura No. 5.46	Comportamiento Color Verdadero – Agua Superficial.....	138
Figura No. 5.47	Comportamiento de la Turbiedad y los SST – Agua Superficial	139



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 5 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.48	Comportamiento de los SS y SDT – Agua Superficial.....	140
Figura No. 5.49	Comportamiento DBO5-DQO– Agua Superficial.....	142
Figura No. 5.50	Comportamiento Fosforo Total – Agua Superficial.....	143
Figura No. 5.51	Comportamiento Coliformes totales y E coli – Agua Superficial	144
Figura No. 5.52	Comportamiento Metales – Agua Superficial	146
Figura No. 5.53	Índice de Calidad del Agua– ICA.....	152
Figura No. 5.54	Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua - IACAL – Año medio	154
Figura No. 5.55	Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua - IACAL – Año seco	155
Figura No. 5.56	Localización de las estaciones de la REDCAM- calidad del agua continental y marina	158
Figura No. 5.57	pH- Época lluvia y seca	162
Figura No. 5.58	Conductividad- Época lluvia y seca	163
Figura No. 5.59	Temperatura - Época lluvia y seca.....	164
Figura No. 5.60	Oxígeno Disuelto - Época lluvia y seca.....	165
Figura No. 5.61	Demanda Bioquímica de Oxígeno- Época lluvia y seca.....	166
Figura No. 5.62	Sólidos Suspendidos Totales - Época lluvia y seca	167
Figura No. 5.63	Coliformes Totales y Termotolerantes - Época lluvia y seca	169
Figura No. 5.64	Trazas de Metales - Época lluvia y seca.....	170
Figura No. 5.65	Índice de Calidad del Agua - ICA- Época lluvia y seca.....	173
Figura No. 5.66	Índice de Calidad del Agua Marina y Costera - ICAM- Época lluvia y seca	174
Figura No. 5.67	Índice de Calidad del Agua Marina y Costera - ICAM en el Golfo de Urabá	175
Figura No. 5.68	Comportamiento grasas y aceites en sedimentos continentales	177
Figura No. 5.69	Comportamiento de hidrocarburos totales en sedimentos continentales .	179
Figura No. 5.70	Comportamiento del cobre en sedimentos continentales.....	180
Figura No. 5.71	Comportamiento del Cromo en sedimentos continentales.....	181
Figura No. 5.72	Comportamiento del Níquel en sedimentos continentales	182
Figura No. 5.73	Comportamiento del Zinc en sedimentos continentales	183



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 6 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Figura No. 5.74	Comportamiento de los fenoles en sedimentos continentales	184
Figura No. 5.75	Puntos de agua. Concesiones superficiales y vertimientos de agua autorizados por Corpourabá	187
Figura No. 5.76	Mapa geológico elaborado con base en las planchas 58, 59, 60, 68, 69, 70, 79bis, 79, 80, 89, 90, 91,101,102 y 103 a escala 1:100000.	197
Figura No. 5.77	Esquema tectónico de la región de Urabá, mostrando la falla de Uramita.	198
Figura No. 5.78	Localización de Piezómetros, Pozos y SEV en zona de influencia. .	200
Figura No. 5.79	Registro CU_SEV_8 Uniban	203
Figura No. 5.80	Registro Litoestratigrafico en Piezómetro Finca Edgar Silva	204
Figura No. 5.81	Registro Litoestratigrafico en Piezómetro Lote Banacol (Nueva Colonia)	205
Figura No. 5.82	Mapa de Isoresistividad a 50 m de profundidad en el Eje de Urabá. (Modificado)	209
Figura No. 5.83	Mapa de Isoresistividad a 100 m de profundidad en el Eje de Urabá. (Modificado)	210
Figura No. 5.84.	Mapa base del Acuífero cuaternario eje de Urabá. (Modificado).....	211
Figura No. 5.85.	Mapa Techo del Acuífero terciario del eje de Urabá.....	212
Figura No. 5.86.	Línea 7 – 8 (Modificada - Sectorizada).	213
Figura No. 5.87.	Línea NS-1 (Modificada - Sectorizada).	214
Figura No. 5.88	Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil D1	216
Figura No. 5.89	Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E1	217
Figura No. 5.90.	Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E2-1	218
Figura No. 5.91.	Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E2-2	219
Figura No. 5.92.	Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E2-3	220
Figura No. 5.93.	Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E2-4	221
Figura No. 5.94.	Perfil de reflexión A – 1	222
Figura No. 5.95.	Perfil de reflexión B – 1	223
Figura No. 5.96.	Perfil de reflexión B – 2	224
Figura No. 5.97.	Perfil de reflexión B – 3	225
Figura No. 5.98.	Perfil de reflexión C – 3.....	226
Figura No. 5.99.	Localización de perfiles geofísicos en planta	227



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 7 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Figura No. 5.100. Localización de perfiles geofísicos en planta.....	228
Figura No. 5.101. Registro de monitoreo de niveles piezométricos adelantado por Edifica Colombia en el área de proyecto.	230
Figura No. 5.102. Localización de perfiles hidrogeológicos en Planta	234
Figura No. 5.103. Corte A-A´ Hidrogeológico del área de Influencia (Modificado).....	235
Figura No. 5.104. Corte B-B´ Hidrogeológico del área de Influencia (Modificado).....	236
Figura No. 5.105. Diagrama de Bloque en Zona de Influencia I.....	237
Figura No. 5.106. Diagrama de Bloque en Zona de Influencia II.....	238
Figura No. 5.107..... Esquema Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad Intrínseca.	239
Figura No. 5.108..... Mapa de Vulnerabilidad del Golfo de Urabá, Modelo Drastic 2002.	242
Figura No. 5.109 Mapa y batimetría del Mar Caribe.....	245
Figura No. 5.110 Temperatura superficial del Mar (TSM para la Cuenca colombiana entre 1985 y 2009.....	248
Figura No. 5.111 Distribución especial de la temperatura superficial del mar para cuatro estaciones climáticas: a) DEF; b) MAM, C) JJA; d) SON	249
Figura No. 5.112 Principales corrientes superficiales dentro y fuera del Mar Caribe: Corriente Norte de Brasil (CNB), Corriente Ecuatorial Norte (CEN), Corriente Sur del Caribe (sCC), Corriente Norte del Caribe (nCC) y la Contra-corriente del Darién (CCD). Los círculos representan las corrientes anticiclónicas (rojo) y ciclónicas (azul). La escala de gris es la batimetría (m)	250
Figura No. 5.113 Carta náutica 625.....	254
Figura No. 5.114 Batimetría de Detalle de la zona del botadero, condición actual.	255
Figura No. 5.115 Batimetría Inicial General interpolada.....	256
Figura No. 5.116 Batimetría Detalle del diseño del dragado de la dársena y de la zona de Botadero.	257
Figura No. 5.117 Batimetría Detalle del diseño del dragado de la dársena y de la zona de Botadero.	258
Figura No. 5.118 Ubicación de la Boya de Barranquilla.....	260
Figura No. 5.119 Serie de datos Hs de la boya de Barranquilla en un periodo comprendido entre 23 de marzo de 2006 y 20 de abril de 2009.	260



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 8 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.120 Histograma de frecuencia de Hs, para los datos obtenidos de la boya de Barranquilla.	261
Figura No. 5.121 Serie de datos de Tp de la boya de Barranquilla en un periodo comprendido entre 23 de marzo de 2006 y 20 de abril de 2009.	262
Figura No. 5.122 Histograma de frecuencia de Tp, para los datos obtenidos de la boya de Barranquilla	263
Figura No. 5.123 Rosa de oleaje.....	264
Figura No. 5.124 Ubicación de las boyas de la NOAA, con cuyos datos fue calibrado el modelo	265
Figura No. 5.125 Sitios con información de oleaje del proyecto WaveWatchIIITM. El punto WW_Barranquilla corresponden a la serie de WaveWatchIIITM que se utilizó para calibrar los datos del modelo con los datos de la boya de Barranquilla y el punto WW_GOLFO es la serie utilizada para obtener el régimen medio en profundidades indefinidas.	266
Figura No. 5.126 Datos del modelo WaveWatchIIITM y datos de la boya de Barranquilla para el periodo de registro de la boya (23 de marzo de 2006 al 1 de diciembre de 2007).	267
Figura No. 5.127 Relación entre la altura de ola significativa de la Boya de Barranquilla y la altura de ola significativa en la boya virtual obtenida mediante el modelo WaveWatchIIITM en el punto 74°45'W-11°15'N.	268
Figura No. 5.128 Datos del modelo WaveWatchIIITM (rojo) y datos de la boya de Barranquilla (azul) para el periodo de registro de la boya entre el 23 de marzo de 2006 y el 1 de diciembre de 2007.	269
Figura No. 5.129 Serie de datos corregida para Hs, en 9°0'00"N 77°0'00"W.....	270
Figura No. 5.130 Serie de datos corregida para Tp, en 9°0'00"N 77°0'0"W Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015	271
Figura No. 5.131 Histograma de frecuencias para Hs-WaveWatchIIITM, 9°0'00"N 77°0'0"W Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.....	272
Figura No. 5.132 Histograma de frecuencias para Tp-WaveWatchIIITM, 9°0'00"N 77°0'0"W.	273
Figura No. 5.133 Rosa de Oleaje.....	274
Figura No. 5.134 Ciclo anual de los vientos en la estación Turbo.....	279
Figura No. 5.135. Localización de estaciones de aforo.	280
Figura No. 5.136. Campaña de medición de oleaje Febrero y Marzo de 2010.....	281
Figura No. 5.137 Zona de estudio (tomada de la unión de las cartas náuticas).	282



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 9 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Figura No. 5.138 Rosa de oleaje medio y tabla de probabilidades de ocurrencia direccional.	288
Figura No. 5.139 Correlación Hs vs. Tp para la boya de Barranquilla.	289
Figura No. 5.140 Batimetría base, obtenida de las cartas náuticas 412 y 625.	291
Figura No. 5.141 Batimetría de detalle de la zona propuesta para realizar el vertido de material de las obras de dragado de Puerto Antioquia y batimetría de detalle de la zona del puerto.	292
Figura No. 5.142 a) Malla General y b) Detalle utilizadas para llegar a la zona de estudio con modelo SWAN.	294
Figura No. 5.143 Caso #2 Hs=3.25 m Tp=9.0s Dir=NNE – Condición Inicial, sin vertido de material, malla general.	295
Figura No. 5.144 Caso #2 Hs=3.25m Tp=9.0s Dir=NNE – Condición Inicial, sin vertido de material, malla detalle. Oleaje de Fondo.	296
Figura No. 5.145 Caso #7 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Inicial, sin obras, malla General. Oleaje Local.	298
Figura No. 5.146 Caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Inicial, sin obras, malla detalle. Oleaje Local.	299
Figura No. 5.147 Caso #2a Hs=3.25m Tp=9.0s Dir=NNE – Condición Final, Con Obras, malla general.	300
Figura No. 5.148 Caso #2a Hs=3.25m Tp=9.0s Dir=NNE – Condición Final, con Obras, malla detalle. Oleaje de Fondo.	301
Figura No. 5.149 Caso #4a Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=ENE – Condición Final, con obras, malla General. Oleaje Local.	302
Figura No. 5.150 Caso #4a Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Final, con obras, malla detalle. Oleaje Local.	303
Figura No. 5.151 Diferencias de altura de ola entre la condición inicial y la condición final, para el caso #2 Hs=3.25m Tp=9.0s Dir=NNE.	304
Figura No. 5.152 Diferencias de altura de ola entre la condición inicial y la condición final, para el caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N.	305
Figura No. 5.153 Diferencias de dirección de oleaje entre la condición actual y condición futura.	306
Figura No. 5.154. Principales procesos de modelación del oleaje de Xbeach.	308
Figura No. 5.155. Batimetrías y dominio antes y después de obras.	309
Figura No. 5.156. Propagación del oleaje condición antes de obras.	310
Figura No. 5.157. Propagación del oleaje con pilotes y cambios de fondo por dragado.	311



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 10 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Figura No. 5.158 Ejemplo de malla σ (izquierda) y malla Z (derecha).....	316
Figura No. 5.159 Mallas para la propagación de corrientes. F1, malla sobre batimetría con la condición actual para oleaje extremal.	317
Figura No. 5.160 Corrientes por rotura del oleaje. Caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Inicial, sin obras, malla detalle. Oleaje Local.	318
Figura No. 5.161 Corrientes por rotura del oleaje. Caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Final, con obras, malla detalle. Oleaje Local.	319
Figura No. 5.162 Localización y configuración geométrica de la zona del Botadero. ...	321
Figura No. 5.163 Longitud de onda para distintas profundidades, para la condición inicial del botadero.	323
Figura No. 5.164 Localización del punto donde se obtuvieron las componentes armónicas del TPXO.	328
Figura No. 5.165 Serie de marea astronómica para el punto más cercano a la zona de estudio.	329
Figura No. 5.166 Régimen medio de nivel del mar en el punto más cercano a la zona de estudio, a) Función de distribución y b) función de densidad.	330
Figura No. 5.167 Eventos significativos que han afectado el Caribe colombiano (Insular y Continental) entre 1900 – 2010.....	332
Figura No. 5.168 Trayectoria del Huracán Irene (1971).....	333
Figura No. 5.169 Trayectoria del Huracán Joan (1988)	334
Figura No. 5.170 Trayectoria del Huracán Bret (1993).....	335
Figura No. 5.171 Trayectoria del Huracán Cesar (1996)	335
Figura No. 5.172 Localización de las estaciones de muestreo de calidad del agua y sedimentos marinos	337
Figura No. 5.173 . Comportamiento potencial de Hidrógeno – Agua Marina	342
Figura No. 5.174 Comportamiento Temperatura– Agua Marina	343
Figura No. 5.175 Comportamiento Oxígeno Disuelto – Agua Marina	344
Figura No. 5.176 % Saturación de Oxígeno Disuelto – Agua Marina	345
Figura No. 5.177 Comportamiento Conductividad – Agua Marina	346
Figura No. 5.178 Comportamiento de la Acidez y Alcalinidad	347
Figura No. 5.179 Comportamiento de la Dureza Total y la Dureza Cálctica.....	348
Figura No. 5.180 Comportamiento Color Verdadero – Agua Marina	349
Figura No. 5.181 Comportamiento Turbiedad – Agua Marina.....	350



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 11 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.182 Comportamiento DBO5-DQO– Agua Marina	351
Figura No. 5.183 Comportamiento Fosforo Total – Agua Marina	352
Figura No. 5.184 Comportamiento Solidos – Agua Marina	354
Figura No. 5.185 Comportamiento Coliformes totales y E coli – Agua Marina.....	355
Figura No. 5.186 Comportamiento Metales – Agua Marina.....	356
Figura No. 5.187 Comportamiento Metales – Agua Marina.....	357
Figura No. 5.188 Comportamiento Clorofila – Agua Marina.....	358
Figura No. 5.189 Índice de Calidad del Agua Marina y Costera – ICAM.....	367
Figura No. 5.190 Contenido Porcentual % granulométrico	370
Figura No. 5.191 Comportamiento Granulometría Malla N° 10 partículas mayores a 2000 micras Gravas	371
Figura No. 5.192 Malla N° 25, Partículas entre 710 y 2000 micras (Arenas muy gruesas)	372
Figura No. 5.193 Malla N°60 Partículas entre 250 y 710 micras (Arenas gruesas y arenas medias)	372
Figura No. 5.194 Malla N°120 Partículas entre 125 y 250 micras (Arenas finas).....	373
Figura No. 5.195 Malla N° 325, Partículas entre 62,5 y 125 micras (Arenas muy finas)	374
Figura No. 5.196 Malla 325 (Limo y arcilla).....	374
Figura No. 5.197 Comportamiento del pH.....	375
Figura No. 5.198 Comportamiento carbono orgánico total	376
Figura No. 5.199 Comportamiento hidrocarburos totales	377
Figura No. 5.200 Comportamiento grasas y aceites.....	379
Figura No. 5.201 Comportamiento Sulfuro Ácido Volátil.....	380
Figura No. 5.202 Comportamiento Cromo	381
Figura No. 5.203 Comportamiento Zinc.....	382
Figura No. 5.204 Comportamiento Mercurio.....	383
Figura No. 5.205 Comportamiento Plomo	384
Figura No. 5.206 Comportamiento Cobre.....	385
Figura No. 5.207 Comportamiento Cromo	386
Figura No. 5.208 Comportamiento Arsénico.....	387



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 12 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Figura No. 5.209 Comportamiento Bario	388
Figura No. 5.210 Comportamiento Níquel	389
Figura No. 5.211 Comportamiento Selenio	390
Figura No. 5.212 Comportamiento Plata	391
Figura No. 5.213 Comportamiento Nitrógeno total	392
Figura No. 5.214 Ubicación de las perforaciones	396
Figura No. 5.215. Comportamiento de la temperatura	408
Figura No. 5.216. Comportamiento del pH	409
Figura No. 5.217. Comportamiento del Arsénico	410
Figura No. 5.218. Comportamiento del Cobre	412
Figura No. 5.219. Comportamiento del Cromo	413
Figura No. 5.220. Comportamiento del Mercurio	415
Figura No. 5.221. Comportamiento del Níquel	416
Figura No. 5.222. Comparación del Plomo	418
Figura No. 5.223. Comportamiento de Sulfuro Ácido Volátil	419
Figura No. 5.224. Comportamiento del Carbono Orgánico Total (COT)	420
Figura No. 5.225. Comportamiento del Zinc	421
Figura No. 5.226 Localización de los puntos de exploración geotécnica	422
Figura No. 5.227 Zonificación Geotecnia	425
Figura No. 5.228 Circulación general en la atmósfera terrestre. La celda de Hadley subtropical, la celda de Ferrell y la celda polar. Los vientos alisios se muestran procedentes de las latitudes subtropicales soplando hacia el Ecuador, siendo modificados hacia el Oeste por la rotación terrestre	428
Figura No. 5.229 Movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). a) Época de vientos (diciembre-marzo). b) Transición (abril-julio). c) Época húmeda o de lluvias (agosto-noviembre)	431
Figura No. 5.230 Diagrama índice de aridez de Lang: caracterización del clima en la región del Golfo de Urabá	432
Figura No. 5.231 Precipitación promedio en el Golfo de Urabá (1989-2008)	434
Figura No. 5.232 Distribución de la precipitación en la cuenca del río Atrato	435
Figura No. 5.233 Distribución de los días de humedad por mes (con lluvias $\geq 0,1$ mm) en la cuenca del río Atrato	436



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 13 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.234	Temperaturas máximas y mínimas (1989-2008)	437
Figura No. 5.235	Distribución de la temperatura diurna en la cuenca del río Atrato	438
Figura No. 5.236	Rosa del viento épocas seca- húmeda (Estación Matuntugo Golfo de Urabá)	439
Figura No. 5.237	Frecuencia de la velocidad del viento durante la época menos lluviosa (estación de Matuntugo, Golfo de Urabá)	440
Figura No. 5.238	Frecuencia de la velocidad del viento durante la época más lluviosa (estación de Matuntugo, Golfo de Urabá)	441
Figura No. 5.239	Distribución de la velocidad del viento en la cuenca del río Atrato	442
Figura No. 5.240	Distribución del brillo solar en la cuenca del río Atrato	443
Figura No. 5.241	Distribución de la humedad relativa en la cuenca del río Atrato	444
Figura No. 5.242	Evaporación total anual (mm) promedio multianual (1981-2010)	445
Figura No. 5.243	Eventos significativos que han afectado el Caribe colombiano (Insular y Continental) entre 1900 – 2010.....	447
Figura No. 5.244	Trayectoria del Huracán Irene (1971).....	448
Figura No. 5.245	Trayectoria del Huracán Joan (1988)	449
Figura No. 5.246	Trayectoria del Huracán Bret (1993).....	450
Figura No. 5.247	Trayectoria del Huracán Cesar (1996)	451
Figura No. 5.248	Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire.....	454
Figura No. 5.249	Rosa de Vientos, zona de estudio Apartado Colombia	461
Figura No. 5.250	Distribución de frecuencia de clases de viento	462
Figura No. 5.251	Información de los datos meteorológicos disponibles para la zona de estudio	464
Figura No. 5.252	Plano del proyecto, viaducto Puerto Bahía Colombia De Urabá S.A.	466
Figura No. 5.253	Resultado de la modelación de material particulado, PM10 en el área de estudio.	468
Figura No. 5.254	Resultado de la modelación de Óxidos de Nitrógeno, NOx en el área de estudio	469
Figura No. 5.255	Resultado de la modelación de Dióxido de Azufre, SO ₂ en el área de estudio	470
Figura No. 5.256	Resultado de la modelación de Monóxido de Carbono, CO en el área de estudio.	471
Figura No. 5.257	Localización de los puntos de monitoreo de ruido ambiental	474



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 14 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Figura No. 5.258	Ruido ambiental en jornada diurna, puntos de monitoreo R1 y R2 ..	485
Figura No. 5.259	Ruido ambiental en jornada nocturna, puntos de monitoreo R1 y R2	485
Figura No. 5.260	Ruido ambiental en jornada diurna, punto de monitoreo R3	486
Figura No. 5.261	Ruido ambiental en jornada nocturna, punto de monitoreo R3	487
Figura No. 5.262	Ruido ambiental en jornada nocturna, punto de monitoreo R4	488
Figura No. 5.263	Ruido ambiental en jornada nocturna, punto de monitoreo R4	488
Figura No. 5.264	Equipo Kalmar TR626i / TR632i Vehículo de transporte que transitará por el viaducto.	492
Figura No. 5.265	Equipo Kalmar TR626i / TR632i Vehículo de transporte que transitará por el viaducto.	493
Figura No. 5.266	Niveles de presión sonora, estimadas para el tráfico vehicular del viaducto del proyecto de Puerto Bahía Colombia de Urabá.....	497
Figura No. 5.267	Detalle de Niveles de presión sonora, estimadas para el tráfico vehicular por el viaducto del proyecto Puerto Bahía Colombia de Urabá	498
Figura No. 5.268	Localización de escenarios a modelar	500
Figura No. 5.269	Bifurcación vehicular en el escenario I	502
Figura No. 5.270	Rosa de los vientos	505
Figura No. 5.271	Mapa de Ruido Generado por CadnaA – Formato Raster. Escenario I. CadnaA.	508
Figura No. 5.272	Mapa de Ruido en Áreas de Ruido Generado por CadnaA. Escenario I, CadnaA	509
Figura No. 5.273	Mapa de Ruido en Formato "Áreas de Igual Nivel Sonoro Separación: 1 dB". Escenario I. CadnaA.....	510
Figura No. 5.274	Mapa de Ruido en Formato "Líneas de Igual Nivel Sonoro Separación". Escenario I. Horario Diurno. CadnaA.....	511
Figura No. 5.275	Mapa de Ruido en Formato "Líneas de Igual Nivel Sonoro Separación". Escenario I. Horario Nocturno. CadnaA.	512
Figura No. 5.276	Mapa de Ruido Generado por CadnaA – Formato Raster. Escenario II. CadnaA.	514
Figura No. 5.277	Figura 2: Mapa de Ruido en Áreas de Ruido Generado por CadnaA. Escenario II. CadnaA.....	515
Figura No. 5.278	Mapa de Ruido en Formato "Áreas de Igual Nivel Sonoro Separación: 1 dB". Escenario	516



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 15 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Figura No. 5.279 Mapa de Ruido en Formato "Líneas de Igual Nivel Sonoro Separación". Escenario II. Horario Diurno. CadnaA..... 517

Figura No. 5.280 Mapa de Ruido en Formato "Líneas de Igual Nivel Sonoro Separación". Escenario II. Horario Nocturno. CadnaA 518

Figura No. 5.281 Mapa de Ruido en Formato "Áreas de Igual Nivel Sonoro Separación: 1 dB". Escenario I – Acercamiento Nueva Colonia. CadnaA. 519

Figura No. 5.282 Mapa de Ruido en Formato "Áreas de Igual Nivel Sonoro Separación: 1 dB". Escenario II – Acercamiento Nueva Colonia. 520

Figura No. 5.283 Identificación de Manzanas Catastrales y puntos de medición de ruido 522

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 5.1 Unidades del paisaje para el área de estudio del proyecto	68
Tabla No. 5.2 Localización de los senderos, vías y red hídrica navegable	72
Tabla No. 5.3 Resultados del análisis de visibilidad paisajística.....	72
Tabla No. 5.4 Resultados de la clasificación de la Calidad visual de las Unidades de paisaje para el área de estudio del proyecto	75
Tabla No. 5.5 Áreas de la clasificación de la integridad escénica para el área de estudio del proyecto	76
Tabla No. 5.6 Localización y clasificación del sitio de interés paisajístico – tipo punto	79
Tabla No. 5.7 Localización y clasificación de los sitios de interés paisajístico – tipo área	79
Tabla No. 5.8 Localización y clasificación de los sitios de interés paisajístico – lineales	79
Tabla No. 5.9 Leyenda de suelos del área de influencia del proyecto	92
Tabla No. 5.10 Clases y subclases agrológicas de las unidades cartográficas de suelo del área de influencia del proyecto	98
Tabla No. 5.11 Uso actual del suelo dentro del área de influencia del proyecto	103



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 16 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Tabla No. 5.12	Conflictos por uso del suelo identificados dentro del área de influencia del proyecto	113
Tabla No. 5.13	Sistema fluvial del golfo de Urabá: caudal y área de la cuenca de los ríos	116
Tabla No. 5.14	Ubicación de las estaciones de muestreo calidad del agua y sedimentos continentales.....	127
Tabla No. 5.15	Resultados de medición de parámetros in situ – Agua continental ..	129
Tabla No. 5.16	Parámetros analizados en el laboratorio – Agua Superficial	129
Tabla No. 5.17	Comparación de los resultados con la norma – Punto A1 – A2.....	148
Tabla No. 5.18	Comparación de los resultados con las normas extranjeras de referencia	149
Tabla No. 5.19	Índice de Calidad del Agua – Estación A1	151
Tabla No. 5.20	Índice de Calidad del Agua – Estación A2.....	151
Tabla No. 5.21	Resultado Índice de Langelier	153
Tabla No. 5.22	Resultado Índice - ICOMI	156
Tabla No. 5.23	Resultado Índice - ICOMO	156
Tabla No. 5.24	Resultado Índice - ICOSUS.....	157
Tabla No. 5.25	Resultados estaciones REDCAM época lluvia – época seca en Bahía Colombia y río León	159
Tabla No. 5.26.	Criterios internacionales de calidad del agua para la preservación de fauna y flora.	171
Tabla No. 5.27	Resultados ICA	172
Tabla No. 5.28	Resultados ICAM	173
Tabla No. 5.29	Resultados parámetros fisicoquímicos - Sedimentos Continentales	176
Tabla No. 5.30	Comparación de los resultados obtenidos con la norma	185
Tabla No. 5.31	Registro de concesiones.....	188
Tabla No. 5.32	Registro de vertimientos	188
Tabla No. 5.33	Indicadores hídricos para la subzona hidrográfica del Río León para condiciones hidrológicas medias y secas.....	191
Tabla No. 5.34	Cargas contaminantes de DBO, DQO y DQO-DBO	191
Tabla No. 5.35	Datos y Nomenclatura de registros y ensayos aplicables al área de influencia – Coordenadas en Magna–Sargas, Origen Bogotá (Modificado)	199



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 17 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Tabla No. 5.36	Valores Típicos de Resistividad Eléctrica	201
Tabla No. 5.37	Registro de Resistividades Eléctricas de ensayos y Exploraciones Existentes en la zona de Influencia	202
Tabla No. 5.38	Correlaciones Factor de Formación.....	206
Tabla No. 5.39	Parámetros de Resistividad y conductividad eléctrica	206
Tabla No. 5.40	Espesor del acuífero en la zona de Influencia	207
Tabla No. 5.41	Correlaciones Porosidad.	207
Tabla No. 5.42	Porosidad y Porosidad Relativa de la Unidad litológica	207
Tabla No. 5.43	Resumen de propiedades del acuífero en la zona de influencia a partir de registro SEV	207
Tabla No. 5.44.	Categoría de vulnerabilidad según método GOD.....	240
Tabla No. 5.45.	Resultados de evaluación de vulnerabilidad Intrínseca de acuíferos. GOD	240
Tabla No. 5.46	Estadística descriptiva de las series de TSM.....	247
Tabla No. 5.47	Valores de los coeficiente a y b en la regresión $a \cdot x^b$ para valores medios de Hs.	268
Tabla No. 5.48	Valores de los coeficiente a y b en la regresión $a \cdot x^b$ para valores medios de Hs.	274
Tabla No. 5.49	Información de la estación Turbo de probabilidad de ocurrencia del viento.	275
Tabla No. 5.50	Casos seleccionados para la construcción el régimen medio a pie de obra.	289
Tabla No. 5.51	Casos seleccionados para la construcción el régimen medio a pie de obra.	289
Tabla No. 5.52	Casos seleccionados para la construcción el régimen medio a pie de obra.	293
Tabla No. 5.53	Datos de mallas utilizadas en el módulo de flujo del modelo DELFT 3D.	317
Tabla No. 5.54	Caso seleccionado estimar las corrientes por rotura del oleaje.	318
Tabla No. 5.55	Datos del área de Botadero.....	321
Tabla No. 5.56	Volumen total de material Dragado.....	324
Tabla No. 5.57	Configuración geométrica del botadero.....	324
Tabla No. 5.58	Componentes armónicos de marea, obtenidos del TPXO	327



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 18 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Tabla No. 5.59	Clasificación de los Ciclones Tropicales de acuerdo con a la escala <i>Saffir-Simpson</i>	331
Tabla No. 5.60	Ubicación de las estaciones de muestreo calidad del agua y sedimentos marinos	336
Tabla No. 5.61	Resultados de medición de parámetros in situ – Agua Marina	338
Tabla No. 5.62	Parámetros analizados en el laboratorio – Agua Marina.....	339
Tabla No. 5.63	Comparación de los resultados con la norma – Punto A3 - A4 – A5- A6-	359
Tabla No. 5.64	Comparación de los resultados con la norma– Punto A7- A8 – A9..	359
Tabla No. 5.65	Comparación de los resultados con las normas extranjeras de referencia - A3, A4 - A5 y A6.....	362
Tabla No. 5.66	Comparación de los resultados con las normas extranjeras de referencia – A7 -A8 y A9	363
Tabla No. 5.67	Resultados de Análisis de indicadores – Estación A3.....	364
Tabla No. 5.68	Resultados de Análisis de indicadores – Estación A4.....	365
Tabla No. 5.69	Resultados de Análisis de indicadores – Estación A5.....	365
Tabla No. 5.70	Resultados de Análisis de indicadores – Estación A6.....	365
Tabla No. 5.71	Resultados de Análisis de indicadores – Estación A7.....	366
Tabla No. 5.72	Resultados de Análisis de indicadores – Estación A8.....	366
Tabla No. 5.73	Resultados de Análisis de indicadores – Estación A9.....	366
Tabla No. 5.74	Resultados medición de parámetros de sedimentos marinos	368
Tabla No. 5.75	Promedio de la composición granulométrica.....	370
Tabla No. 5.76	Estándares ISQG y PEL de HPAs	378
Tabla No. 5.77	Comparación de los resultados obtenidos con la norma	394
Tabla No. 5.78.	Coordenadas de las perforaciones	395
Tabla No. 5.79.	Resultados de análisis de la calidad físico-química de los sedimentos marinos de profundidad.....	398
Tabla No. 5.80.	Valores asociados a los Niveles de Acción 1 y 2 en la norma española	400
Tabla No. 5.81.	Categoría CEDEX para material dragado en función de la concentración de contaminantes	402
Tabla No. 5.82.	Comparación de resultados en PF8 con la norma española y clasificación del resultado	402



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 19 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.83. Comparación de resultados en PF9 con la norma española y clasificación del resultado.	404
Tabla No. 5.84. Comparación de resultados en PF10 con la norma española y clasificación del resultado.	406
Tabla No. 5.85 Localización y profundidades de los puntos de perforación	423
Tabla No. 5.86 Clasificación Geotécnica del material del subsuelo acorde a resistencia a la penetración (Suelos principalmente Granulares) y Resistencia al Corte no drenado (Suelos Principalmente cohesivos).....	424
Tabla No. 5.87 Caracterización de agua artesiana	426
Tabla No. 5.88 Clasificación de los Ciclones Tropicales de acuerdo con a la escala <i>Saffir-Simpson</i>	446
Tabla No. 5.89 Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.....	453
Tabla No. 5.90 Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio en aire de inmisión	454
Tabla No. 5.91 Condiciones climáticas durante el monitoreo de calidad del aire.....	455
Tabla No. 5.92 Resumen del monitoreo de TSP en aire de inmisión	456
Tabla No. 5.93 Resumen del monitoreo de PM ₁₀ en aire de inmisión.....	457
Tabla No. 5.94 Resumen del monitoreo de NO ₂ en aire de inmisión	457
Tabla No. 5.95 Resumen del monitoreo de SO ₂ en aire de inmisión	458
Tabla No. 5.96 Resumen del monitoreo de CO en aire de inmisión.....	458
Tabla No. 5.97 Clasificación de la Estabilidad de la Atmósfera según Pasquill - Guifford	463
Tabla No. 5.98 Factores de emisión para tubos de escape calientes, solo por tipo de vehículo y de carretera.	465
Tabla No. 5.99 Concentración de los contaminantes ingresados en la modelación.	466
Tabla No. 5.100 Periodos de promediación de los contaminantes durante la modelación	467
Tabla No. 5.101 Máximas concentraciones obtenidas en la modelación	472
Tabla No. 5.102 Concentraciones totales de la zona.....	472
Tabla No. 5.103 Coordenadas de los puntos de monitoreo de ruido ambiental	474
Tabla No. 5.104 Condiciones atmosféricas.....	480
Tabla No. 5.105 Estándares Máximos Permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A).....	480





	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 20 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Tabla No. 5.106	Resultados de medición de ruido ambiental y correcciones, día hábil	481
Tabla No. 5.107	Resultados de medición de ruido ambiental y correcciones, día no hábil	482
Tabla No. 5.108	Resultados consolidados de ruido ambiental, punto de monitoreo R1 ..	484
Tabla No. 5.109	Resultados consolidados de ruido ambiental, punto de monitoreo R2 ..	484
Tabla No. 5.110	Resultados consolidados de ruido ambiental, punto de monitoreo R3 ..	486
Tabla No. 5.111	Resultados consolidados de ruido ambiental, punto de monitoreo R4 ..	487
Tabla No. 5.112	Estándar máximo permisible de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A)	494
Tabla No. 5.113	Niveles promedio equivalentes de ruido ambiental	495
Tabla No. 5.114	Resultados de modelamiento de niveles de ruido esperados a diferentes distancias de Operación del Viaducto de Puerto Bahía Colombia de Urabá, comparada con límites permisibles	496
Tabla No. 5.115	Aforo vehicular entre Río Grande – Nueva Colonia	501
Tabla No. 5.116	Predicción de flujo vehicular Nueva Colonia - Puerto Antioquia	504
Tabla No. 5.117	Clasificación de tramos, escenarios I y II	506
Tabla No. 5.118	Clasificación por colores de los niveles de exceso de presión sonora ..	522
Tabla No. 5.119	Comparación de Nivel de Presión Sonora por manzanas catastrales para los escenarios 1 y 2 (E1 y E2)	523
Tabla No. 5.120	Comparación de niveles de presión sonora calculados (CadnaA) vs. Niveles medidos	531

LISTA de FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía No. 5.1 Boca del Canal Natural sobre la margen izquierda del río León	33
Fotografía No. 5.2 Dique sobre la margen derecha del río León.	38
Fotografía No. 5.3 Barra longitudinal del río León, parcialmente cubierta por agua.	39

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 21 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.4 Llanura deltaica margen derecha Canal al mar.....	40
Fotografía No. 5.5... Aspecto del Canal Al Mar, cerca de la desembocadura del río León	40
Fotografía No. 5.6 Estrecha playa de arena.	41
Fotografía No. 5.7 Aspecto de la desembocadura del río León en el año de 1983.	51
Fotografía No. 5.8..... Delta del río León. Los depósitos de sedimentos se distribuyen en sentido perpendicular a la costa.	52
Fotografía No. 5.9 Islotes colonizados con mangle	55
Fotografía No. 5.10 Embarcadero Canal Nueva Colonia.....	81
Fotografía No. 5.11 Desembocadura del Canal Nueva Colonia al Río León.....	82
Fotografía No. 5.12 Desembocadura Río León a Bahía Colombia y zona de fondeadero	84
Fotografía No. 5.13 Manglar (Reserva Forestal Protegida de los Humedales entre los ríos Suriquí y León).....	85
Fotografía No. 5.14 Senderos y vía corregimiento Nueva Colonia – Predio Proyecto Puerto Antioquia	86
Fotografía No. 5.15 Sitios culturales en el corregimiento Nueva Colonia – Municipio de Turbo	87
Fotografía No. 5.16 Panorámica del área de influencia del proyecto.....	90
Fotografía No. 5.17 Suelos de texturas finas con depósitos de materia orgánica	93
Fotografía No. 5.18 Suelos pertenecientes a la Asociación la Honda	95
Fotografía No. 5.19 Cangrejos en cobertura de Manglar	97
Fotografía No. 5.20 Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos dentro del área de influencia del proyecto	104
Fotografía No. 5.21 Pastos limpios dedicados a la ganadería en el área de influencia el proyecto	105
Fotografía No. 5.22 Plantación forestal de <i>Tectona grandis</i>	106
Fotografía No. 5.23 Bosque ripario dentro del área de influencia del proyecto.....	107
Fotografía No. 5.24 Coberturas de Palmares dedicadas al tipo de uso de forestal protector dentro del área de estudio.....	108
Fotografía No. 5.25 Cobertura de vegetación secundaria alta dentro del área de estudio	109

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 22 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Fotografía No. 5.26 Zona de embarcadero de la empresa Banacol sobre el canal de Nueva Colonia	110
Fotografía No. 5.27 Piezómetro instalado en tierra.	232
Fotografía No. 5.28. Piezómetro instalado en Mar.....	232
Fotografía No. 5.29 Punto de monitoreo R1	476
Fotografía No. 5.30 Punto de Monitoreo – R2	477
Fotografía No. 5.31 Punto de Monitoreo – R3	478
Fotografía No. 5.32 Punto de Monitoreo – R4	479

LISTA DE MAPAS



Código mapa	Temática
MOD_LA_PTO_ANT_06_Geologia	Geología
MOD_LA_PTO_ANT_07_Geomorfologia	Unidades geomorfológicas
MOD_LA_PTO_ANT_08_Morfodinamica	Morfodinámica
MOD_LA_PTO_ANT_09_Susceptibilidad	Susceptibilidad de procesos erosivos
MOD_LA_PTO_ANT_10_MDT	Modelo digital de terreno
MOD_LA_PTO_ANT_11_Paisaje	Unidad de Paisaje
MOD_LA_PTO_ANT_13_Visibilidad	Visibilidad Paisajística
MOD_LA_PTO_ANT_12_CalidadPaisaje	Calidad Visual del Paisaje
MOD_LA_PTO_ANT_14_Suelos	Unidades Cartográficas de Suelos
MOD_LA_PTO_ANT_15_UsoPotencial	Uso Potencial del Suelo
MOD_LA_PTO_ANT_16_UsoActual	Uso Actual del Suelo
MOD_LA_PTO_ANT_17_ConflictoUso	Conflicto de Uso del Suelo
MOD_LA_PTO_ANT_18_Hidrologia	Hidrología
MOD_LA_PTO_ANT_19_AguaSedimento	Muestreo calidad de agua y sedimentos
MOD_LA_PTO_ANT_20_Hidrogeologia	Hidrogeología
MOD_LA_PTO_ANT_21_OleajeFondo_I	Oleaje de Fondo - Condición inicial -

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 23 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

MOD_LA_PTO_ANT_22_OleajeFondo_F	Caso 2 Oleaje de Fondo - Condición final - Caso 2a
MOD_LA_PTO_ANT_23_OleajeLocal_I	Oleaje Local - Condición Inicial - Caso 4
MOD_LA_PTO_ANT_24_OleajeLocal_F	Oleaje Local - Condición Final - Caso 4a
MOD_LA_PTO_ANT_25_CorrientesI	Corrientes por rotura del oleaje local - Condición Inicial
MOD_LA_PTO_ANT_26_CorrientesF	Corrientes por rotura del oleaje local - Condición Final
MOD_LA_PTO_ANT_27_Geotecnia	Geotecnia
MOD_LA_PTO_ANT_28_RuidoAire	Monitoreos de calidad de aire y ruido ambiental
MOD_LA_PTO_ANT_29_RuidoE1_D	Modelación de ruido - Escenario 1 Isofonas Diurno
MOD_LA_PTO_ANT_30_RuidoE1_N	Modelación de ruido - Escenario 1 Isofonas Nocturno
MOD_LA_PTO_ANT_31_RuidoE2_D	Modelación de ruido - Escenario 2 Isofonas Diurno
MOD_LA_PTO_ANT_32_RuidoE2_N	Modelación de ruido - Escenario 2 Isofonas Nocturno
MOD_LA_PTO_ANT_33_Ecosistema	Ecosistemas continentales, costeros y marinos

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 5.1.1 Calidad del agua y sedimentos
- Anexo 5.1.2 Geotecnia Informe Final
- Anexo 5.1.3 Estudio_Transito_Puerto Antioquia
- Anexo 5.1.4 Calidad del aire y ruido

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 24 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En este capítulo se presenta la caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia del proyecto, de acuerdo con lo establecido por los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado (M-M-INA-05)¹, la Metodología para la presentación de estudios ambientales (MAVDT, 2010)² y el Manual de evaluación ambiental del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS.

5.1 Medio abiótico

A continuación se presentan los resultados de la caracterización del medio abiótico para cada uno de los componentes que integran el medio de acuerdo con las metodologías específicas de cada una de las disciplinas, las cuales fueron descritas en el Capítulo 2 de Generalidades, con el objeto de obtener una línea base del área de influencia del proyecto.



5.1.1 Geología

Las características geológicas juegan un papel importante en los usos potenciales del territorio ya que es determinante en los tipos de suelos, las amenazas de tipo natural que puedan presentarse, los recursos minerales y la morfología de la región.

En este capítulo se hace una descripción de los tipos de roca predominantes en los ámbitos regionales y locales, su disposición espacial y los rasgos estructurales, mientras que en la Figura No. 5.1 y en el mapa geológico MOD_LA_PTO_ANT_06_Geología, se presentan sus disposiciones espaciales.

¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución no. 0112 (28, enero, 2015). Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyecto de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado y se toma otras determinaciones. Bogotá D.C., 2015. 103 p.

² MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – MAVDT. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C. 2010, 72 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 25 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Geología regional*³

La zona de investigación se ubica en la parte del Caribe Colombiano que corresponde a una cuenca de margen de placa, de edad cenozoica, estructurada en dos fajas o cinturones plegados adyacentes, el Cinturón Plegado de San Jacinto acrecionado al margen Norte de Colombia en el Paleógeno y el Cinturón Plegado del Sinú, el cual parece haber sido emplazado a lo largo del margen oeste del Cinturón de San Jacinto y su edad probable es neógena. La mayor parte del cinturón de San Jacinto aflora costa adentro, la porción norte se encuentra bajo el mar. La porción sur del cinturón del Sinú aflora costa adentro, mientras que las dos terceras partes del cinturón se encuentran costa afuera. Las rocas del cinturón del Sinú son en su mayoría del Mioceno hasta el Reciente, según Duque-Caro⁴, debido a estas características se considera que el cinturón del Sinú corresponde a una fase posterior de acreción de corteza oceánica que continúa en la actualidad y cuyo rasgo más representativo es la presencia del intenso diapirismo y vulcanismo de lodo⁵.

La expresión morfológica del Cinturón Plegado del Sinú es menos prominente que la de San Jacinto. En el Cinturón Plegado del Sinú, así como en la culminación sur y norte del Cinturón de San Jacinto, se desarrollan amplios sinclinales en relación con los mayores cabalgamientos; estas estructuras, por sus características, representan cuencas longitudinales de hundimiento⁶.

El flanco oeste del área de estudio se encuentra ubicado en el norte del departamento de Choco, se conoce como el Urabá Chocoano y comprende de sur a norte desde el Cerro El Cuchillo, en el límite entre los departamentos de Chocó y Antioquia, hasta el Municipio de Acandí, que en el trabajo de Geotec⁷ se conoce como el complejo volcánico del Baudó, pero para su descripción se emplea las unidades formales del complejo de Santa Cecilia - La Equis y el Batolito de Mande,



³ AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS –ANH. Cartografía Geológica y Modelamiento Estructural De las Cuencas de Urabá y Sinú-San Jacinto a Partir de la Interpretación de Imágenes de Sensores Remotos y Monitoreo Sísmico. 2009

⁴ DUQUE-CARO, H. Geotectónica y Evolución de la Región Noroccidental Colombiana Boletín geológico. INGEOMINAS, Volumen 23, No.3. Bogotá.1978

⁵ GUZMAN, G, GÓMEZ., E., L., SERRANO, B., E. Geología de los Cinturones del Sinú, San Jacinto, y Borde Occidental del Valle Inferior del Magdalena. Escala 1:300.000. INGEOMINAS.2004

⁶ GEOTEC. Geología de los cinturones Sinú-San Jacinto Planchas1100.000: 50 Puerto Escondido, 51 Lorica, 59 Mulatos, 60 Canaletes, 61 Montería, 69 Necoclí, 70 San Pedro de Urabá, 71 Planeta Rica, 70 Turbo y 80 Tierra Alta. Informe I-20024. INGEOMINAS. 2003

⁷ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 26 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

los cuales hacen parte de un arco volcánico denominado Arco de Sutatá, Arco de Dabeiba ó Arco de Mandé, ubicado en terreno Cuna⁸.

- Litología

La descripción litológica que se realiza a continuación es tomada del POT municipal⁹, las descripciones de las unidades litológicas serán relacionadas con las Macrounidades geomorfológicas.

❖ **Litología en la Macrounidad geomorfológica de serranía y piedemonte:**

Rocas Sedimentarias Terciarias de origen marino (T1)¹⁰

Esta unidad aflora al Oriente del Municipio. Su ambiente de depositación es marino. De acuerdo a los lugares cartografiados por INGEOMINAS (ahora Servicio Geológico Colombiano - SGC), está compuesta por una secuencia de areniscas, lodolitas y arcillolitas, localmente carbonatadas.

Rocas Sedimentarias Terciarias de origen continental (T2)¹¹

Las rocas encontradas son areniscas, conglomerados, limolitas y arcillolitas, depositadas en un ambiente continental de carácter fluvial a transicional, en los que se alternaron regímenes de energía media a alta con periodos de tranquilidad., agrupó las rocas de edad Plioceno Superior a Holoceno de las Formaciones Corpa, Pajuil y Floresanto en los siguientes conjuntos:

Areniscas y lodolitas (T2A): Areniscas de color amarillo grisáceo, de grano fino a medio, compuestas por cuarzo, basaltos, chert negro, las cuales se encuentran interestratificadas con capas de lodolitas friables de color gris azulado claro.



Areniscas y conglomerados (T2B): Las areniscas tienen las mismas características del conjunto T2A, con la diferencia de que se encuentran interestratificadas con capas de conglomerados conformados por cuarzo y basaltos en una matriz arenosa. Los conglomerados están conformados por fragmentos de cuarzo, chert y roca volcánica (basaltos), en una matriz arenosa de color amarillo grisáceo, de grano medio a grueso.

⁸ GONZALEZ, H. Mapa Geológico del Departamento de Antioquia. Memoria Explicativa. INGEOMINAS, Mapa escala 1:400000. 2001.

⁹ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial, 2000.

¹⁰ SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO -SGC (ANTES INGEOMINAS). Evaluación de aguas subterráneas en la región de Urabá 1995

¹¹ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 27 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Lodolitas con lentes de conglomerados (T2C): Conformada por capas discontinuas de lodolitas de color gris azulado intercaladas con capas discontinuas de conglomerados. Este conjunto aflora en el flanco más occidental de la Serranía de Abibe, formando las colinas bajas que se encuentran a lo largo de la carretera Juradó-Turbo.

Estas unidades contienen en algunos sectores (caso de la parte baja del Río grande) con abundante materia orgánica y conchas semidestruidas por efectos de transporte.

❖ **Litología en la macrounidad geomorfológica llanura aluvial y complejo costero:**

Sedimentos Cuaternarios (Q)¹²



El cuaternario en el Municipio está conformado por depósitos de origen marino, aluvial y/o coluvial que conforman abanicos, terrazas, conos de deyección, aluviones y playas, los cuales están relacionados con la dinámica de los principales ríos y por la gran llanura aluvial de Mutatá-Turbo. Sobre estos depósitos se encuentran asentados el proyecto portuario, la cabecera y gran parte de los cultivos de plátano y banano del Municipio.

En la zona de abanico las pendientes llegan al 10%. Está constituido en profundidad por areniscas y gravillas de limolita. Cerca de la superficie estos materiales se han meteorizado a arcillas. En el río Guadualito los materiales basales consisten en guijarros y gravillas de areniscas bien cementadas y redondeadas, envueltos en una matriz de arena fina¹³.

De acuerdo con la descripción de las unidades litológicas, no existen en el área cercana al proyecto canteras de rocas que puedan suministrar rocas duras (rocas ígneas, volcánicas o metamórficas), que el proyecto requerirá durante la etapa constructiva. Los proyectos de infraestructura que se han realizado en la zona han obtenido los materiales arrastre de los ríos Carepa y Currulao y los materiales de construcción del sistema de lomeríos que están conformados por rocas sedimentarias (Unidad T2), aunque de esta última fuente la granulometría es menor, llegando sólo a gravas medias.

¹² COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. 2000. Óp. Cit.

¹³ ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS. Proyecto Darién: Estudio para la orientación del desarrollo integral de la región del Darién colombiano, Medellín, 1978. 171p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 28 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Rasgos estructurales



Los rasgos estructurales están relacionados con las deformaciones que sufren los estratos de roca producto de esfuerzos, movimientos o la forma y ambientes de depositación (marinos, fluviales, lacustres, etc.) La región de Urabá y en general todo el Noroccidente colombiano está sometido al efecto de fallas activas (ver Figura No. 5.1) y fuertes deformaciones producto de la influencia de por lo menos tres placas tectónicas y dos bloques: placa Nazca, placa Caribe, placa Suramérica, bloque Panamá y bloque Andino¹⁴.

El área de estudio está enmarcada regionalmente dentro del Cinturón Sinú, el cual comprende los anticlinorios de Abibe y las Palomas dentro del continente y la plataforma y talud continental fuera de la costa. Este cinturón está conformado por anticlinales estrechos muy pronunciados, separados por sinclinales amplios y suaves. Hacia el Norte estas estructuras están generalmente cortadas por estructuras dómicas de volcanes de lodo dando la impresión que el plegamiento se hubiera formado por este tipo de eventos. Dentro de esta serie de sinclinales y anticlinales se pueden mencionar el sinclinal Tulapa y el anticlinal Caimán, ubicados al nororiente y norte de la cabecera municipal de Turbo respectivamente, cuyos ejes tienen dirección general N-S±10°.

Otro tipo de rasgo estructural son las fallas. Una de las más sobresalientes ubicada al Oriente del municipio de Turbo es la Falla de Apartadó (regionalmente conocida como **falla de Uramita**), y que se encuentra aproximadamente a 13 Km al Este del proyecto (ver Figura No. 5.1), presenta una dirección general N-S a N30W y buzamientos al oriente entre 30 y 40°. Esta falla conforma el contacto entre las unidades T1 y T2 y se prolonga desde el sur de Apartadó hasta proximidades de la desembocadura al mar del río Caimán Viejo. Dadas las deformaciones encontradas en el área de influencia de la falla, concentración de pequeños movimientos alineados, concentración de diaclasas, lineamientos topográficos y de drenajes, existe la posibilidad de que tenga actividad reciente, situación que podría representar una amenaza para el proyecto por la probable ocurrencia de un evento sísmico. La falla San José, al Oriente de esta, hace parte del mismo sistema de fallas¹⁵.

¹⁴ ESTRADA, B. E. Estudios de caracterización de un sismo-fuente en función de su importancia para la ciudad de Medellín. Trabajo de grado (Ingeniería Geológica). Universidad Nacional. Facultad de Minas. Medellín, 1998, 139p. .

¹⁵ INSTITUTO DE ESTUDIOS REGIONALES. Plan de desarrollo de Urabá con énfasis en lo ambiental. Medellín: Universidad de Antioquia. 1994.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 29 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

Existen otras fallas y lineamientos igualmente con una dirección general N-S, que pueden tener influencia sobre el Municipio pero sobre las que no se han realizado estudios de neotectónica que demuestren su actividad reciente (últimos 30.000 años). Es el caso de las fallas San Pedro, Murrí-Mutatá, El Aguila y Murindó. Esta última relacionada con el sismo ocurrido en octubre de 1992 dentro del Municipio del mismo nombre.

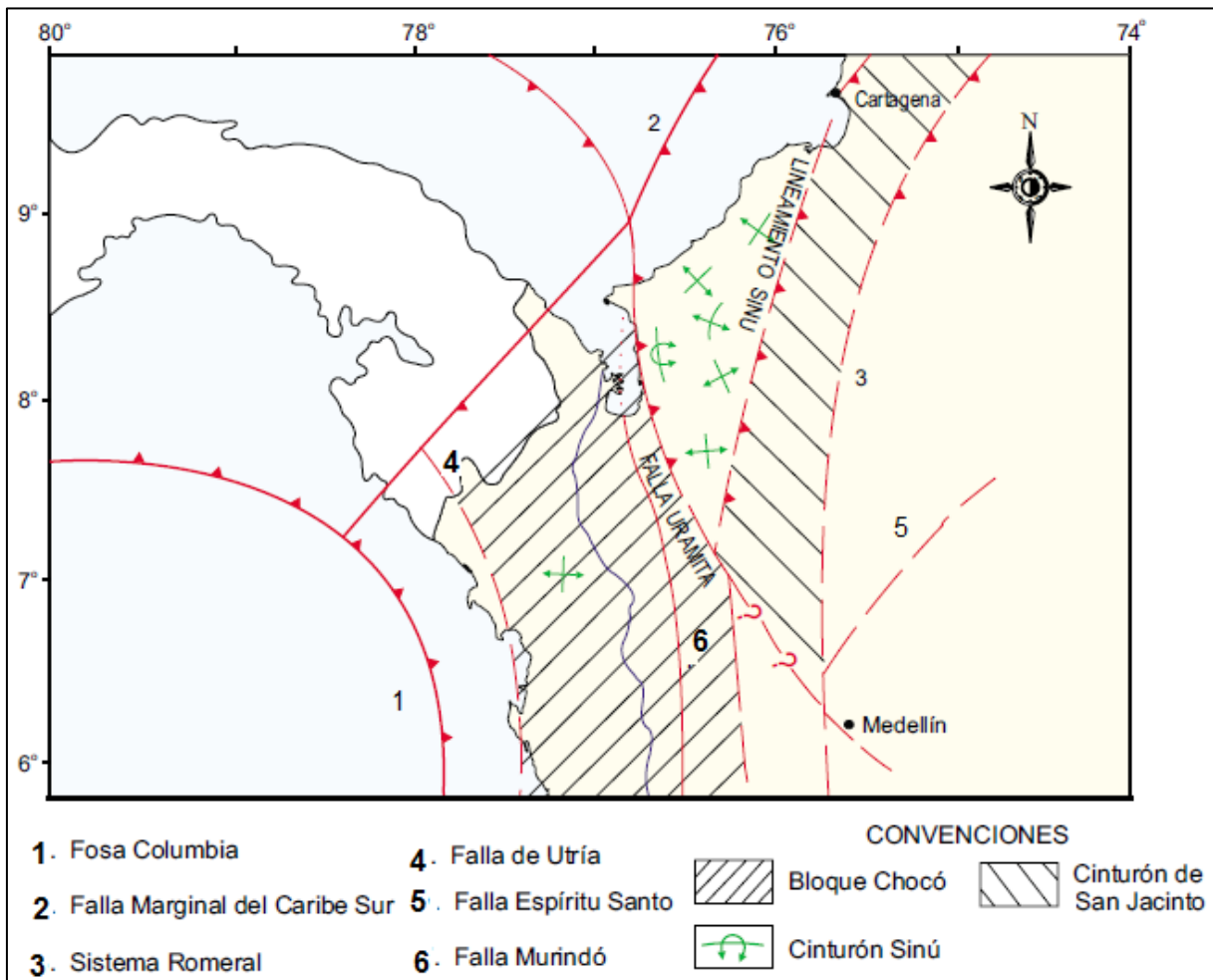




Figura No. 5.1 Estructuras geológicas del NW Colombiano
Fuente: Modificado de GONZÁLEZ¹⁶

¹⁶ GONZÁLEZ, 2001. Óp. Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

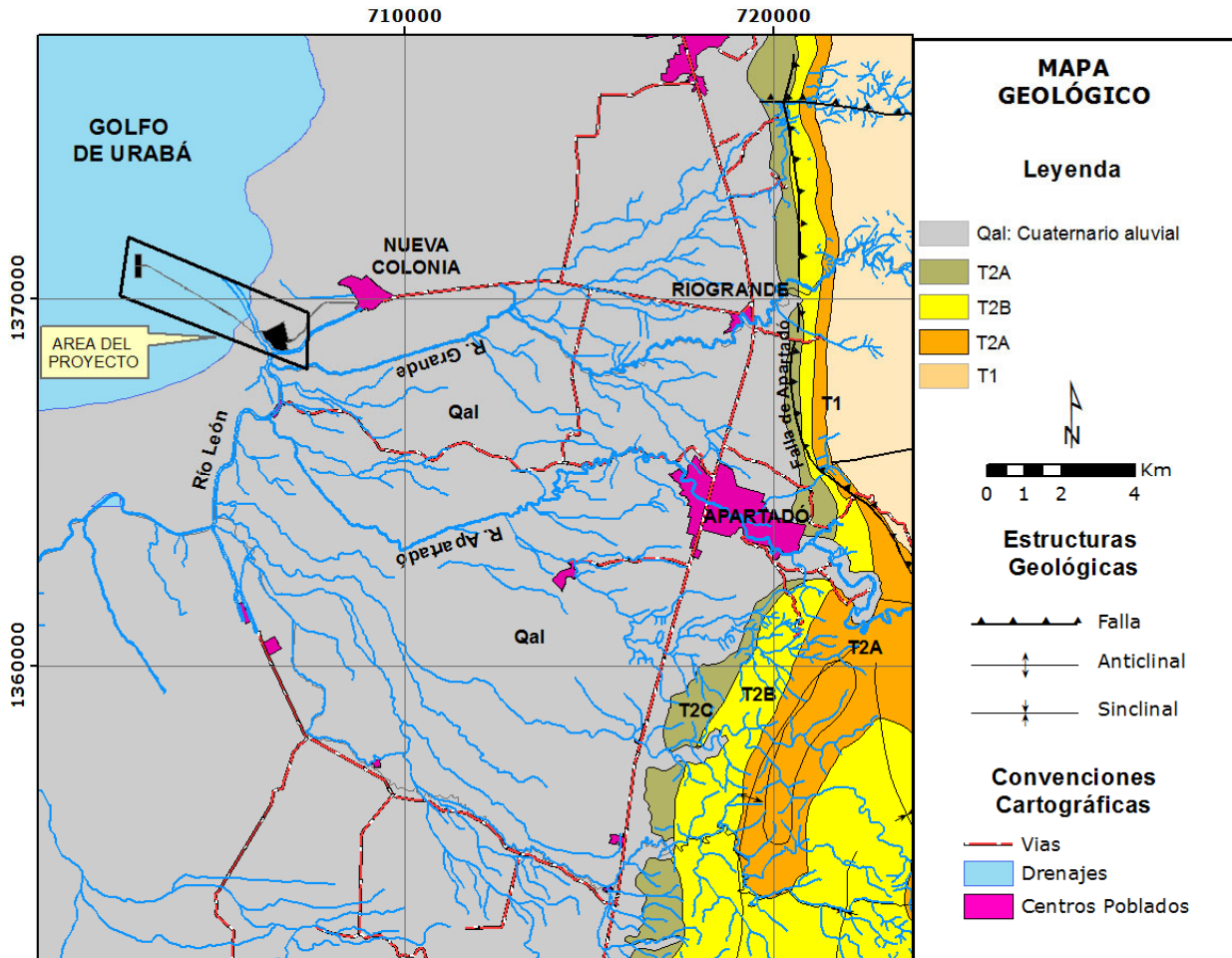




Figura No. 5.2 Mapa geológico generalizado del área del proyecto.
Fuente: Modificado de Servicio Geológico Colombiano Antes INGEOMINAS 1995¹⁷.

- **Geoamenzas**

Procesos o fenómenos naturales terrestres, que puedan causar pérdida de vida o daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. La amenaza geológica incluye procesos terrestres internos (endógenos) o de origen tectónico, tales como terremotos, tsunamis, actividad de fallas

¹⁷ SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 1995. Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 31 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

geológicas, actividad y emisiones volcánicas; así como procesos externos (exógenos) tales como movimientos en masa: deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, colapsos superficiales, licuefacción, suelos expansivos, deslizamientos marinos y subsidencias. Las amenazas geológicas pueden ser de naturaleza simple, secuencial o combinada en su origen y efectos (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres – EIRD)¹⁸.

Para alcanzar la seguridad del proyecto, es necesario identificar las amenazas geológicas que podrían ocurrir en el área del proyecto, y formular las estrategias y medidas que permitan enfrentarlas, ya sea a través de labores de prevención, mitigación de su impacto o acciones para revertir los efectos.

De acuerdo con el marco geológico del área donde se encuentra el proyecto, se identificaron amenazas por inundación, erosión costera, socavación lateral, diapirismo de lodos y sismos (ver Figura No. 5.3 y Fotografía No. 5.1)



- Amenaza por inundación

El área donde se erigirán las instalaciones portuarias se encuentra limitando con el río León, es topográficamente muy baja, mal drenada y además está afectada por las fluctuaciones diarias de las mareas, una inundación podría ocurrir en un escenario hipotético donde se presente una creciente del río León durante una marea alta. Esta amenaza se considera media, puesto que el predio donde se construirán las instalaciones se encuentra separado del río León por la presencia de un dique alto que lo protege de las posibles inundaciones. En las áreas adyacentes a la costa así como a los drenajes naturales y artificiales se asignó una amenaza alta por inundación.

- Amenaza por rompimiento de la margen izquierda del río

Las operaciones de dragado además de permitir mantener la navegación, también disponen de la carga de sedimentos que llegan hasta el canal en el mar, en el supuesto caso de que dichas operaciones se suspendan, es probable que en la boca del canal se forme una barra de sedimentos que interrumpa su comunicación con el mar, en esta situación el río probablemente abriría una abertura por el costado Sur que es la zona más frágil (ver Figura No. 5.3), ya en el año 2006 el río León conformó de manera natural un pequeño canal en la margen izquierda que le sirve de aliviadero (ver Figura No. 5.3 y Fotografía No. 5.1), dicho canal aún

¹⁸ ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES- EIRD. [En Línea] <<http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>> [Consultado 19, julio, 2015].

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 32 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

continua abierto y estaría contribuyendo con los procesos sedimentarios que se presentan en el costado Sur de la línea de costa, la amenaza se considera media, puesto que el proyecto posiblemente no se vería afectado en caso de que el río conformara un canal por su margen izquierda por el que corriera la casi totalidad de su caudal, son dos los motivos aquí considerados: 1. se esperaría que las condiciones retornen a las que existían antes de la desviación de la desembocadura del río, en donde los sedimentos serían transportados por la deriva litoral en sentido NNE-SSO y 2. Por la distancia del área de atraque de los buques que se encuentra a 3 kilómetros de la costa.

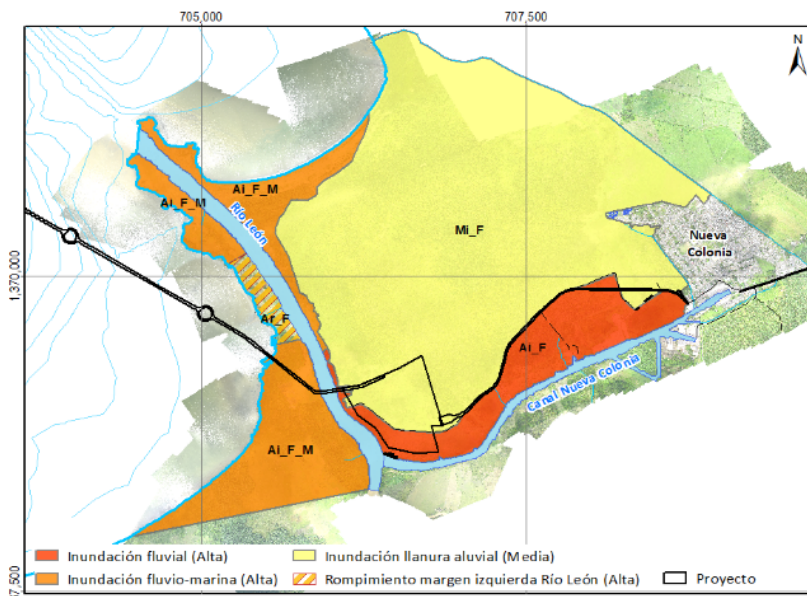




Figura No. 5.3 Geoamenazas identificadas en el área del proyecto
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 33 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.1 Boca del Canal Natural sobre la margen izquierda del río León
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015



- Amenaza por socavación lateral

Es un proceso repetitivo donde el río trata de ampliar su cauce y la energía la utiliza en procesos de erosión lateral consiguiendo divagación, y desarrollo de meandros. Sobre la margen derecha del río León en el tramo que se localiza inmediatamente después aguas abajo de la boca del canal de Nueva Colonia (ver Figura No. 5.3), se presenta en la actualidad un proceso de socavación lateral que está afectando el lote donde se establecerán las instalaciones portuarias. Esta amenaza por estar activa y ocurrir en el área de influencia directa del proyecto se considera alta.

- Amenaza por diapirismo de lodo.

El fenómeno de diapirismo de lodo es bastante común en el área de los cinturones de Sinú y San Jacinto. En esta zona aparece el diapirismo como el factor deformante más importante. Buena parte del área se encuentra cubierta por derrames de lodo de los volcanes actuales y de volcanes preexistentes, ya erodados o dormidos¹⁹. El área del proyecto se encuentra al Oeste de dichos



¹⁹ AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS –ANH.2009 Óp. Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 34 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

cinturones (Figura No. 5.1) por lo que hay muy bajas probabilidades de la ocurrencia de un diapiro de lodo en el área del proyecto.

- Amenaza sísmica.

En general se entiende por amenaza sísmica a la probabilidad de que un sismo de cierta magnitud ocurra en una zona en un período futuro, las condiciones locales determinan la posibilidad de que se produzcan roturas superficiales por fallas, licuación de suelos y deslizamientos. Debido a que las principales causantes de los sismos son las fallas, las cuales son estructuras de cientos de kilómetros, estas pueden afectar grandes regiones. En ese sentido en el aparte “Rasgos estructurales”, se indicó que la Falla de Apartadó (Falla de Uramita), se encuentra aproximadamente a tan solo 13 Km al Este del proyecto. La aceleración pico efectiva (Aa) corresponde, a las aceleraciones horizontales del sismo de diseño contempladas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), estas aceleraciones tienen una probabilidad de ser excedidas un 10% en un lapso de 50 años. El valor Aa es un parámetro que se utiliza para definir las cargas sísmicas de diseño que exige el reglamento de Construcciones Sismo Resistentes. En la Figura No. 5.4 se puede advertir que el área de influencia se encuentra en una zona de amenaza alta por sismos.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 35 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

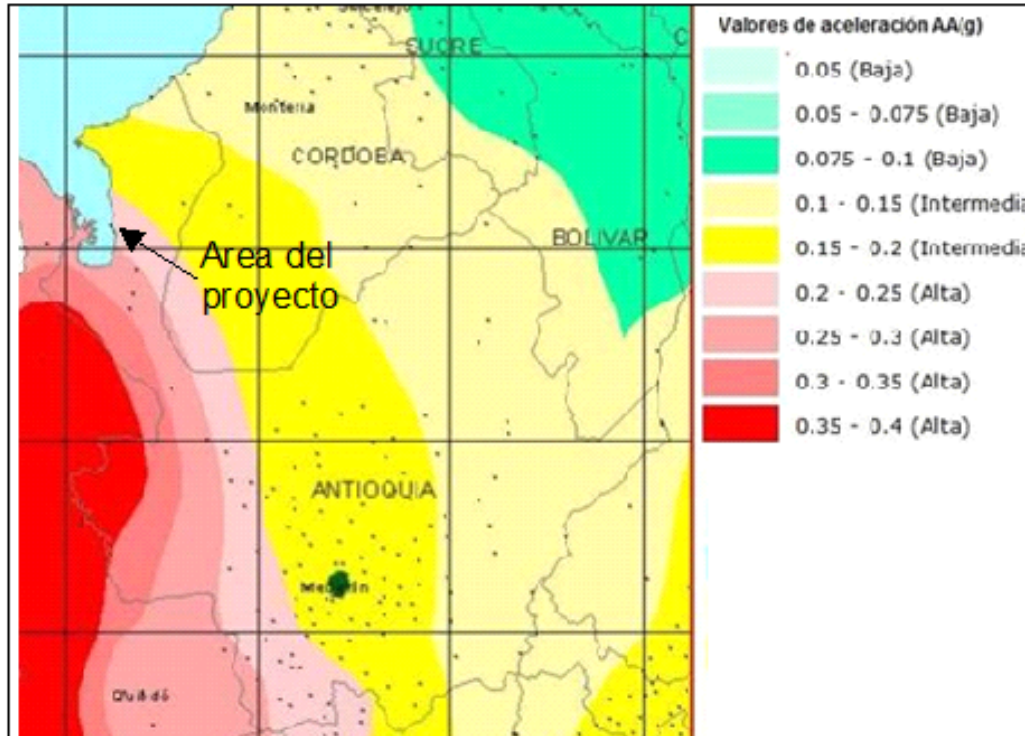


Figura No. 5.4 Fragmento del mapa de amenaza sísmica en Colombia.
Fuente: TECTOCLUB2011²⁰.



- *Geología local*

La geología local está compuesta por depósitos cuaternarios inconsolidados de origen aluvial y/o coluvial, dispuestos en las llanuras de inundación del río León y de sus afluentes que nacen en la vertiente occidental de la Serranía de Abibe.

- **Depósitos aluviales (Qal)**

Los **Depósitos aluviales (Qal)** se encuentran conformando terrazas aluviales, barras, aluviones, playas y/o llanuras de inundación, están constituidos por sedimentos de texturas medias a finas como limos, arcillas, arenas, sobre la orilla del río León se puede apreciar materia orgánica en descomposición.

²⁰ TECTOCLUB2011. [EN LÍNEA] <<https://tectoclub2011.wikispaces.com/Tectonica+de+Placas+Aplicada+a+Colombia>> [Consultado julio, 18, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 36 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- **Depósitos fluviomarinos recientes (Qfm) y Deposito marino recientes (Qm)**

Puntualmente en el área de influencia directa del proyecto, se encuentran **Depósitos fluviomarinos recientes (Qfm)** y **Deposito marino recientes (Qm)** que se han conformado con aportes mixtos tanto fluviales como marinos, compuestos por limos, arcillas, arenas finas y lodos orgánicos.

En la Figura No. 5.5 se puede apreciar la distribución de las unidades litológicas en el área de influencia directa del proyecto.

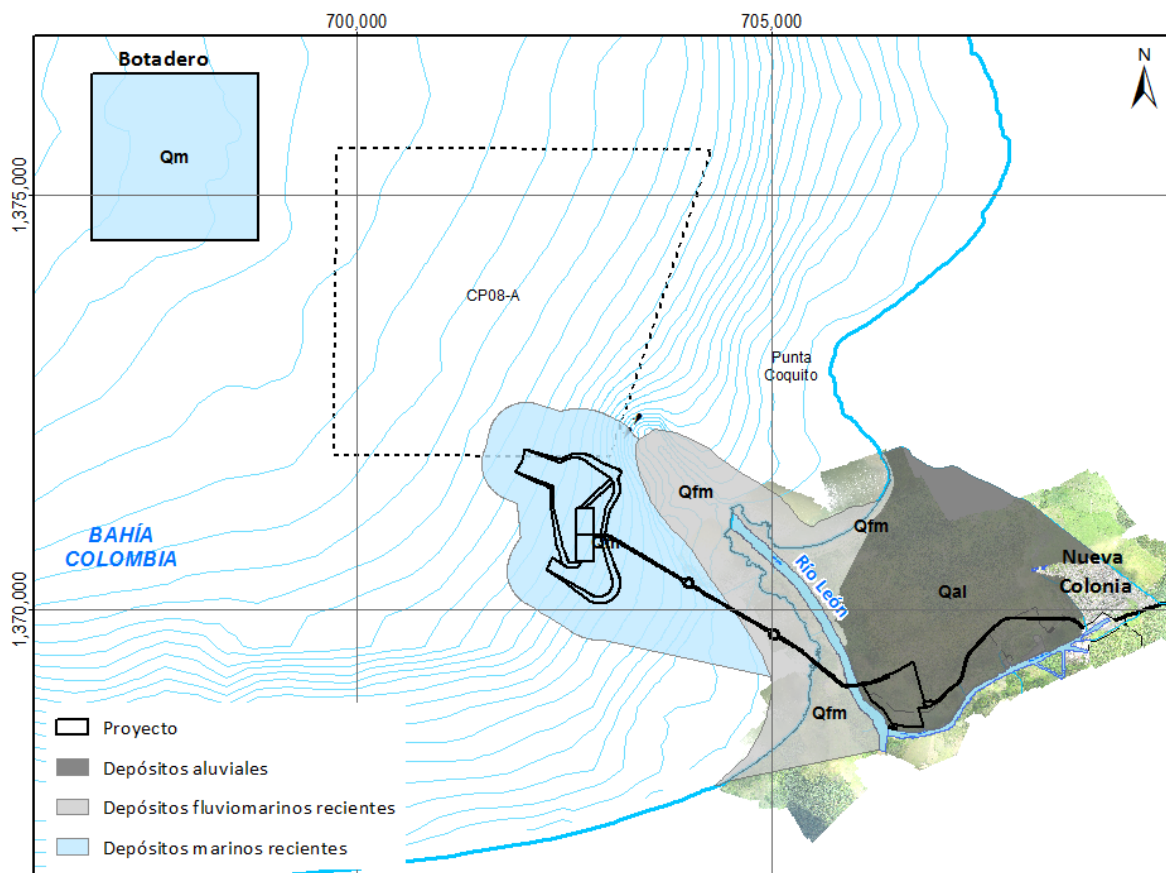




Figura No. 5.5 Geología local
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

5.1.2 Geomorfología

La zona de influencia directa del proyecto se encuentra enmarcada en las planicies aluviales inundables del río León, la superficie tiene una topografía plana, cuyo

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 37 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

relieve local no sobrepasa un metro, son el resultado de la acumulación de los sedimentos de edad reciente que han sido transportados por los drenajes que corren por el flanco occidental de la Serranía de Abibe.

- *Unidades geomorfológicas*

Los procesos morfodinámicos que se presentan en el área, han moldeado las diferentes formas del relieve. Dentro de dichos procesos están la formación de la Serranía de Abibe, la depositación de sedimentos en ambientes marinos y continentales y el efecto modelador de los ríos.

En el área del proyecto existe en la actualidad una fuerte interacción entre la actividad antrópica y los procesos oceánicos y fluviales, la combinación de estos procesos sumados al clima, ha dado como resultado la geomorfología actual del área (ver Figura No. 5.5 y el mapa MOD_LA_PTO_ANT_07_Geomorfologia).



- Llanura aluvial del río León

En el modelo de datos de la ANLA corresponde al Plano de inundación activo río meándrico, se trata de una llanura construida por el río León que a su paso por el área de estudio presenta un comportamiento meandriforme, es sobre ésta unidad geomorfológica se construirán las instalaciones portuarias, la llanura aluvial se caracteriza por presentar un relieve plano, poco permeable que permanece encharcado la mayor parte del año. La llanura aluvial se encuentra conformada por sedimentos fluviales de edad reciente compuestos por limos y arcillas que presentan un alto contenido de materia orgánica.

Los procesos morfodinámicos que actúan sobre la unidad de Llanura aluvial han permitido el desarrollo de las siguientes geoformas:

Diques Naturales. Un dique natural es un depósito sedimentario estrecho y alargado que se encuentra en las márgenes de los ríos, resulta del depósito de los materiales arrastrados por los ríos en el borde del mismo durante las inundaciones, esto progresivamente va causando la elevación de la ribera, los diques del río León están conformados por arena muy fina, limo y arcilla, corresponden topográficamente a las áreas de mayor altura dentro de la llanura aluvial del río. En el área del proyecto los diques naturales tienen un ancho aproximado de 50 m.

En el río León se vienen realizando operaciones de dragado periódicamente desde hace aproximadamente 25 años, los materiales extraídos del lecho del río han sido depositados en las áreas aledañas al río, conformando diques mixtos artificiales y naturales (ver Fotografía No. 5.2), este es el caso del lote donde se construirán las

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 38 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



instalaciones portuarias, en donde se han depositado materiales obtenidos por las actividades de dragado, mejorando un poco su condición de drenaje, lo que ha permitido el desarrollo de la actividad ganadera.



Fotografía No. 5.2 Dique sobre la margen derecha del río León.
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

Barras de meandro. Son geformas alargadas y curvadas que se forman en la orilla interna de los meandros, mediante la depositación sucesiva de aluviones relativamente gruesos (arenas y limos). Generalmente las barras de meandro son estables permaneciendo a lo largo del año sin importar si la temporada es seca o de lluvias.

Barras longitudinales. En el río León durante la temporada seca los excesos de sedimentación a lo largo de su cauce se manifiestan en la formación de barras de sedimentos que se disponen en forma paralela a las márgenes del río (ver Fotografía No. 5.3), en la zona cercana a su desembocadura se pueden apreciar con la marea baja, las barras longitudinales suelen desaparecer con la llegada de la temporada de lluvias cuando los niveles del río se incrementan.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 39 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.3 Barra longitudinal del río León, parcialmente cubierta por agua.
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015



- Delta del río León

Los procesos que se presentan en la desembocadura del río León son muy complejos toda vez que en esta zona están interactuando agentes oceánicos, fluviales, eólicos y antrópicos, como consecuencia de interacción sumado a la abundante carga de sedimentos que el río León entrega al mar en su desembocadura, se genera un intenso proceso sedimentario que se ha traducido en la conformación de un delta, el cual paulatinamente viene incrementando sus dimensiones y se desplaza en dirección al mar, las actividades de dragado que se realizan periódicamente en el área han permitido mantener la navegación por este cuerpo de agua, pero no ha sido posible detener su avance hacia el mar.

Con la actual dinámica sedimentaria en la desembocadura del río León, se han visto afectados el paisaje, el ambiente costero y la configuración batimétrica del mar, ocasionando dificultades en las operaciones de navegación.

Morfología del delta del río León

Llanura deltaica emergida. Representa la parte emergida del delta (ver Fotografía No. 5.4), está cortada por un canal que conecta al río León con el mar, está conformada por materiales de origen marino – aluvial, son áreas pantanosas mal drenadas.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 40 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B





Fotografía No. 5.4 Llanura deltaica margen derecha Canal al mar
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

Canal al Mar. Es una vía de agua navegable, que conecta al río León con el mar (ver Fotografía No. 5.5), de origen artificial, que fue construido en el año de 1989. Los materiales que transporta este cuerpo de agua son depositados en la parte más proximal del frente deltaico.



Fotografía No. 5.5 Aspecto del Canal Al Mar, cerca de la desembocadura del río León
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 41 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Frente deltaico. Corresponde al área marina somera que bordea la llanura deltaica, donde se acumula una gran parte de los sedimentos llevados por el canal al mar.



Llanura deltaica subacuática. Los sedimentos transportados por la deriva litoral así como los materiales procedentes de la actividad del dragado en el Canal Al Mar, se depositan sobre las áreas ubicadas en ambas márgenes de este cuerpo de agua, en donde paulatinamente han conformado extensas áreas someras subacuáticas con profundidades menores a un metro.

Playas de arena. Esta geoforma se presenta en el extremo Suroeste del delta marca el límite con el complejo costero, es una zona muy estable donde los procesos parecen haber alcanzado un equilibrio dinámico, se trata de playas estrechas de 1 a 3 m de ancho conformadas por arenas finas y limos (ver Fotografía No. 5.6). Las playas presentan cambios de una a otra época climática, así, en la temporada de lluvias cuando la energía del oleaje es baja en el golfo la cara de la playa es más amplia y retiene mayor cantidad de arena, que durante la temporada seca²¹.



Fotografía No. 5.6 Estrecha playa de arena.
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

²¹ VELÁSQUEZ, C. y J. RAVE. Dinámica costera y geomorfológica en el Golfo de Urabá Antioqueño. Sector Boca Tarena – Espiga de Turbo. Trabajo de grado, Universidad Nacional, Facultad de Minas, Medellín. 1996, 136 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 42 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

A continuación se hace una breve explicación de los tipos de deltas más comunes y sus orígenes con el fin de entender el delta del río León.

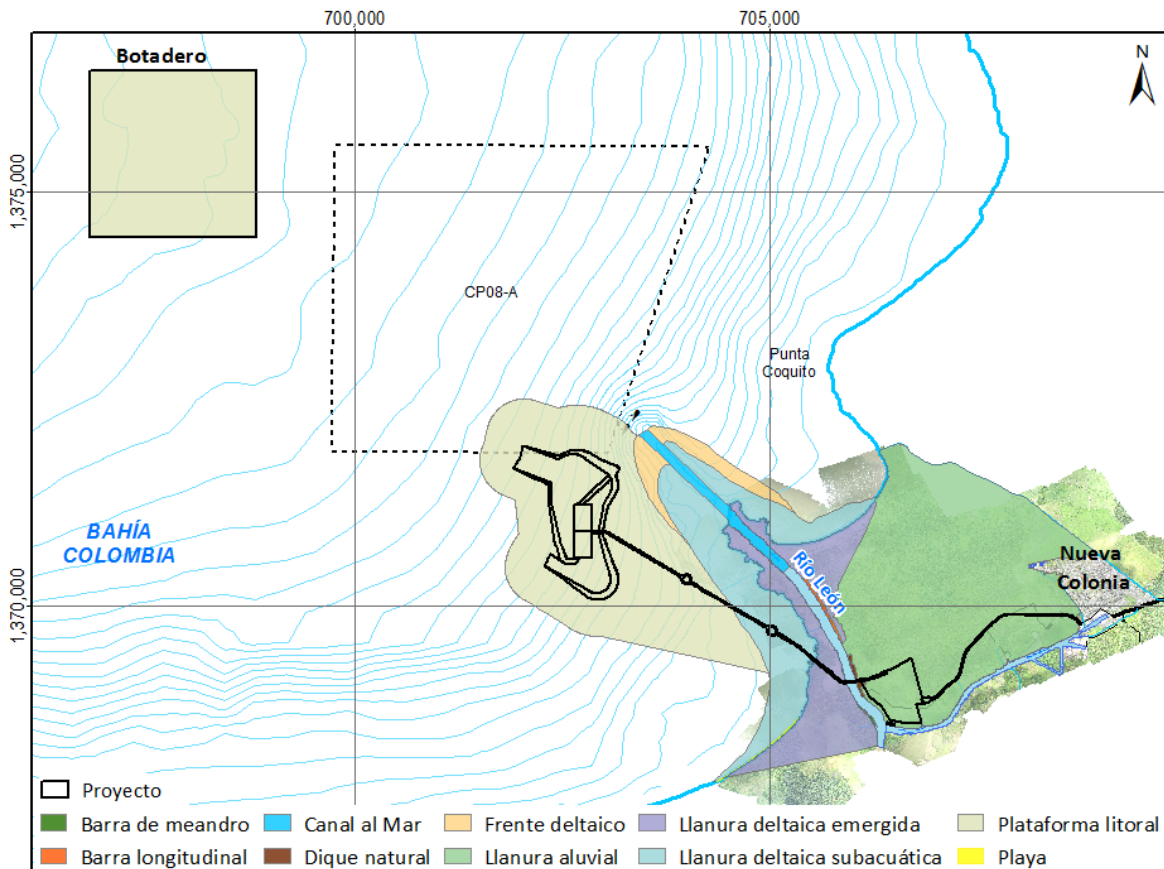


Figura No. 5.6 Unidades geomorfológicas presentes en el área del proyecto.
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015



Tipos de deltas²²²³²⁴

Cuando los ríos desembocan al mar, las corrientes fluviales desaceleran bruscamente, debido a la dispersión del caudal en un volumen de agua de proporciones considerablemente mayores. Este proceso causa la sedimentación

²²[En Línea] <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoencanales/deltas/page6.html>>. [Consultado julio, 11,2015].

²³ COLEMAN, J.M. Deltas, Processes of Deposition and Models for Exploration. International Human Resources Development Corporation, Boston, 1982 p. 124.

²⁴ LONGHITANO, S., COLELLA, A. Geomorphology, sedimentology and recent evolution of the anthropogenically modified Simeto River delta system. *Sedimentary Geology* **194** (2007) pp.195–221.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 43 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

de la mayor parte de los sedimentos cargados por el río, este proceso de sedimentación edifica la estructura del delta.

La morfología de las costas, y particularmente de los deltas varía en función de la importancia relativa de tres factores:

- *La importancia de los aportes y de los procesos fluviales.
- *La energía del oleaje.
- *La de las mareas.

Cada tipo de delta está caracterizado por una morfología distinta, y por geometrías y propiedades diferentes de los cuerpos arenosos. En realidad, en la mayoría de los deltas, las facies revelan influencias combinadas de los tres factores.

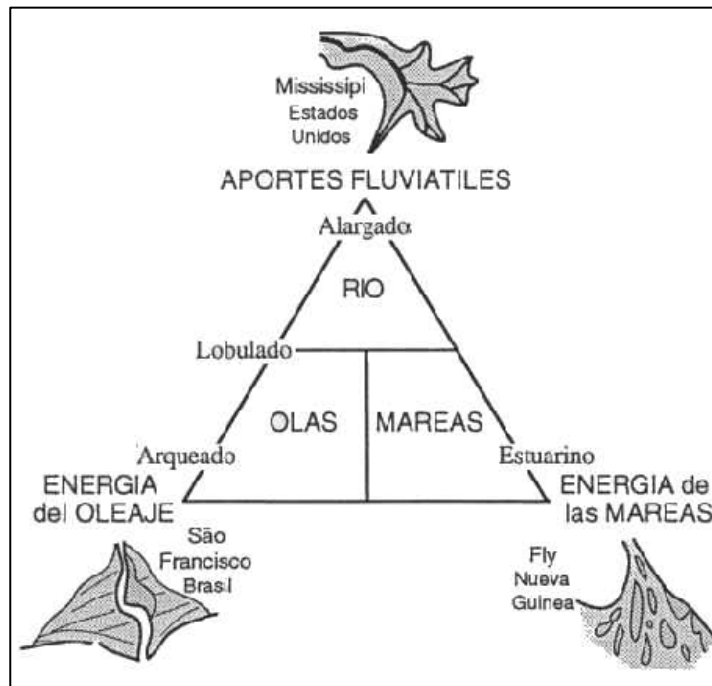




Figura No. 5.7 Clasificación de los deltas en función del proceso dominante.

Fuente: En Línea] <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/flujoencanales/deltas/page6.html>>. [Consultado julio, 11, 2015].

Deltas con predominancia fluvial

Estos deltas fueron los primeros estudiados, gracias a los numerosos trabajos iniciados en los años 1950 sobre el delta del Mississippi. Durante mucho tiempo,

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 44 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



dicho delta fue considerado como el ejemplo típico de delta, y todos los demás le fueron comparados.

Morfología. Los deltas con predominancia fluvial son generalmente lobulados (más común) cuando se acumulan en zonas costaneras someras, o alargados cuando se edifican en aguas más profundas, por ejemplo en el borde de la plataforma continental. La mayoría de los deltas antiguos parecen ser más bien de tipo lobulado. A pesar de sus diferencias morfológicas, dichos deltas presentan características sedimentológicas comunes.

Canales distributarios. Forman una red ramificada a partir del río principal, son estrechos y de sinuosidad débil, lo que contrasta con el río principal, frecuentemente más meandriforme. Cuando el río cambia de cauce y abandona un canal distributivo, este último es rellenado por arenas fluviales, que forman un cuerpo estrecho y alargado con espesores que alcanzan 15-20 m y un ancho máximo de 1 a 2 km. Una secuencia característica de canal presenta una base erosiva, un relleno de arenas limpias con estratificación oblicua y termina por depósitos más finos, tal como arcillas y arenas finas con ondulitas de corriente y huellas de raíces.

Zonas intercanales. Los canales distributarios están bordeados por albardones, contruidos por el depósito de sedimentos limosos y arenosos en suspensión, durante los desbordes por crecida. Las zonas intercanales son topográficamente más bajas y forman pantanos o bahías. Durante las crecidas, reciben sedimentos arcillosos que alternan con lechos arenosos. Estos proceden del esparcimiento de material grueso llevado por el agua que sale del cauce del río durante las crecidas, a través de brechas. Dichos depósitos de desembalse pueden formar abanicos arenosos de varias decenas, o aún centenas de km² de superficie.

Barras de desembocadura. Se depositan en las desembocaduras de los canales distributarios, son cuerpos arenosos en forma de abanico que progradan sobre las arcillas del prodelta. La secuencia que resulta es granocreciente y gradual. Las arenas de dichas barras son generalmente más sucias y finas que las de los canales, pero tienen una extensión geográfica más amplia (varios Km.) con una potencia de 2 hasta 10-15 m.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 45 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

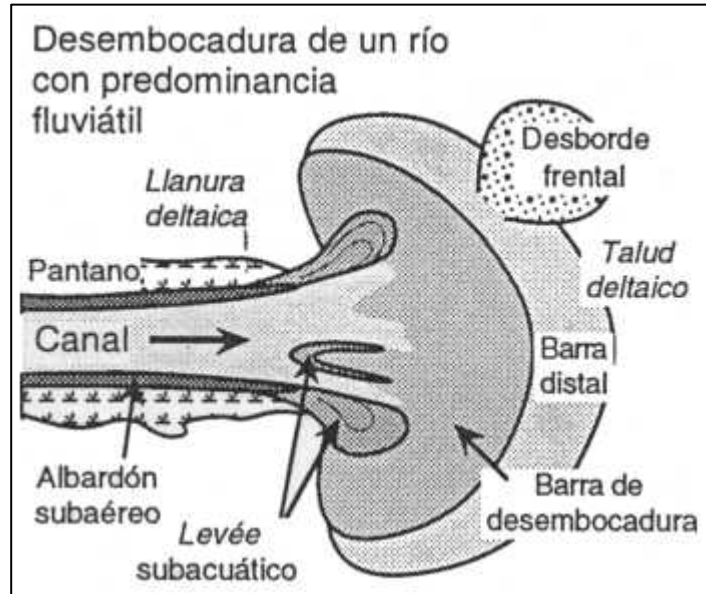


Figura No. 5.8 Desembocadura de un río con predominio fluvial.

Fuente: En Línea] <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujocanales/deltas/page6.html>>. [Consultado julio, 11, 2015].

Deltas con predominancia de las mareas



Morfología. Está caracterizada por canales distributarios de tipo estuarino: desembocadura ensanchada (las desembocaduras fluviales son estrechas), bordeadas por llanuras tidales arcillosas (tidal flat, mud flat), y canales meandriformes aguas arriba.

Canales distributarios. Generalmente carecen de albardones, en el canal se acumulan arenas, a menudo bajo la forma de barras de meandros. Dichos depósitos son más extensos que los de los deltas fluviales.

Zonas intercanales de llanura deltaica. Están constituidas por llanuras limosas tidales y pantanos. En las zonas con clima semiárido, se encuentran evaporitas.

Desembocaduras. La arena es depositada bajo la forma de barras tidales, cuya forma depende de la acción de las corrientes de flujo y reflujo a veces están alargadas, otras veces lobuladas. Contienen figuras de corriente con sentidos opuestos traduciendo las direcciones opuestas del flujo y reflujo. Progradan sobre las arcillas marinas del prodelta, formando secuencias granocrecientes con base gradacional.

Las características de estos deltas son inducidas por las mareas, que generan el retrabajamiento de los sedimentos por corrientes alternativas y cíclicas. Esta acción

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 46 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

continua contrasta con los eventos de carácter más brusco y catastrófico de las crecidas fluviales, y se traduce por la presencia de capas repetidas de ciclos de marea, de laminaciones arcillosas en las arenas, y por estratificaciones sigmoidales.



Figura 5.1 Desembocadura de un río con predominancia de mareas.


Fuente: En Línea] <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoencanales/deltas/page6.html>>. [Consultado julio, 11, 2015].

Deltas con predominancia del oleaje

Cuando las olas llegan en dirección oblicua con respecto a la línea de costa, por efectos de refracción, difracción y reflexión se produce una corriente paralela al litoral entre la zona de rompiente y la orilla conocida como deriva litoral (Figura No. 5.9). La velocidad de la deriva es mínima fuera de la zona del rompiente, lo que demuestra claramente que es inducida por el oleaje y no puede ser atribuida a corrientes oceánicas o corrientes de marea. Estas corrientes son capaces de transportar lateralmente, a veces a largas distancias, los sedimentos llevados a la costa por los ríos.

El oleaje se hace sentir más que todo en la parte externa de la llanura deltaica y en el frente deltaico. En estas zonas, la turbulencia del rompiente y el vaivén de las olas impiden el depósito de los sedimentos finos, que son dispersados hacia el mar, y provoca el retrabajamiento continuo de las arenas fluviales y su transporte lateral, si existe una deriva litoral.

Morfología. Es arqueada, la deriva litoral transporta la mayor parte de la arena fluvial fuera de las desembocaduras, formando cordones litorales y playas. Si la

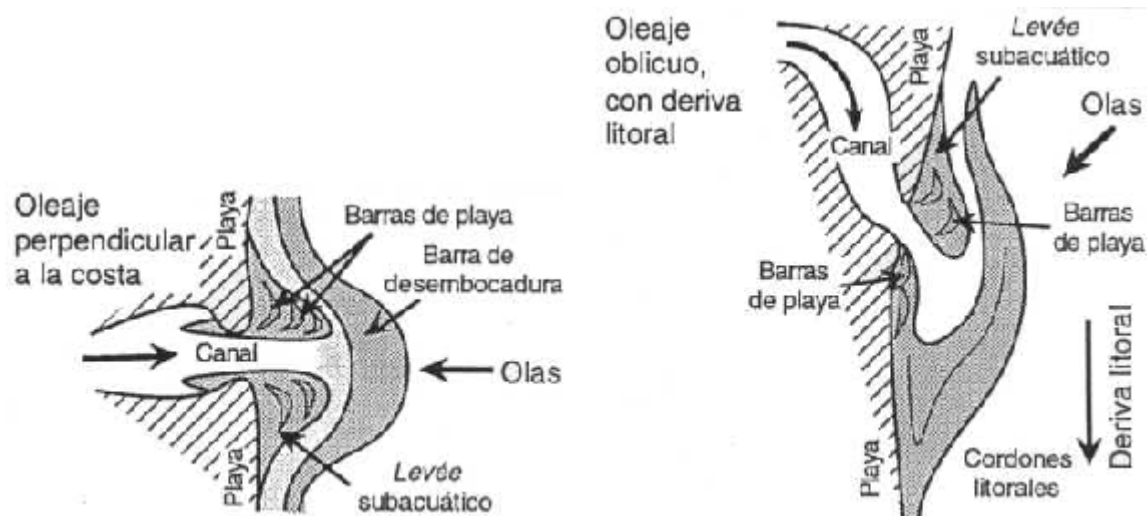
	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 47 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

acción del oleaje es más débil, los cordones de playa no son adheridos a la costa, y forman cordones litorales que limitan lagunas.

Canales distributarios. Si la acción de las olas es muy fuerte, el delta solo tendrá pocos distributarios principales, ya que los cordones litorales tapan los canales secundarios.

Zonas intercanales y llanura deltaica. Están casi enteramente constituidas por arenas de playa, cortadas por los canales distributarios. Si la acción de las olas es menor, la llanura deltaica está constituida por lutitas de laguna o de pantano depositadas detrás de los cordones arenosos.

Barras de desembocadura. Son poco desarrolladas, ya que la arena es retrabajada y transportada. Las características mayores de los deltas dominados por el oleaje son la presencia de arenas de playa y de ante-playa, organizados en cordones progradantes. Dichos depósitos pueden ser muy extensos y son paralelos a la costa, mientras que en los otros deltas, los cuerpos arenosos tienen ejes mayores perpendiculares a la costa (barras de marea, canales fluvíatiles). Los canales de desembocadura son más escasos, pero pueden cortar las secuencias de playa. Figuras sedimentarias atestiguan la acción del oleaje y de las tempestades laminaciones oblicuas en mamelones (HCS), capas granoclasificadas, ondulitas simétricas de olas, etc.





	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 48 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.9 Desembocadura de un río dominado por oleaje, a la izquierda las olas llegan perpendicularmente a la costa, a la derecha las olas llegan en forma oblicua induciendo una deriva litoral.

Fuente: En Línea] <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/flujoencanales/deltas/page6.html>>. [Consultado julio, 11, 2015].²⁵.

- Plataforma litoral

El relieve submarino del Caribe, se define mediante la caracterización e identificación de las geoformas según la toponimia consignada en las cartas batimétricas de la DIMAR. La Plataforma continental se encuentra en la zona adyacente al área terrestre del continente, la cual se extiende desde la línea de bajamar hasta una profundidad en la que generalmente hay un incremento marcado de las pendientes hacia las profundidades oceánicas.

El área de estudio del proyecto, se encuentra en la plataforma continental del Caribe Colombiano, la cual tiene una longitud de 1.700 km cortada por una serie de cañones que se extienden casi perpendiculares a la línea de costa y guardan cierta relación con las principales fallas continentales²⁶.

La plataforma litoral del área de estudio, está fuertemente influenciada por las descargas del río Atrato, la cual comprende la parte interna del Golfo de Urabá donde se ubica el proyecto, el cual se caracteriza como una plataforma arenosa y lodo arenoso²⁷.



- *Dinámica de los procesos*

Con el fin de poder conocer la intensidad de la dinámica de los procesos morfosedimentarios (erosivos y sedimentarios) que actúan sobre las diferentes unidades geomorfológicas, se procedió a realizar un análisis multitemporal con la ayuda de fotografías aéreas del IGAC de los años 1983 y 1989, las que fueron georreferenciadas, fotografías aéreas del área del proyecto tomadas en 2014, imágenes Google Earth 2010 y 2014, levantamientos de la línea de costa de los

²⁵ [En línea] <<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/flujoencanales/deltas/page6.html>> [Consultado julio, 11, 2015]

²⁶ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT – IavH; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES DE ANDREIS – INVEMAR; INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS SINCHI –I.SINCHI; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACIFICO JHON VON NEUMAN – IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá D.C., 2007. 276p + 37 hojas cartográficas. ISBN 978-958-8323-16-9

²⁷ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 49 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

años 1994, 2004 y 2007. En la Figura No. 5.10, se puede apreciar sobre cuales geoformas se presentan los principales procesos morfodinámicos.

- Procesos fluviales

El cauce del río León aguas ha permanecido con muy pocos cambios desde 1983 hasta 2015, a pesar de las intervenciones de que ha sido objeto y del incremento en la carga de sedimentos, sin embargo sobre la margen derecha en el tramo que se localiza inmediatamente después aguas abajo de la boca del canal de Nueva Colonia, se presenta en la actualidad un proceso de socavación que está afectando el lote donde se establecerán las instalaciones portuarias, éste procesos de socavación ha ocasionado un ensanchamiento de la sección hidráulica que paso de 95 m en 1983 a 156 m en la actualidad (Figura No. 5.10).

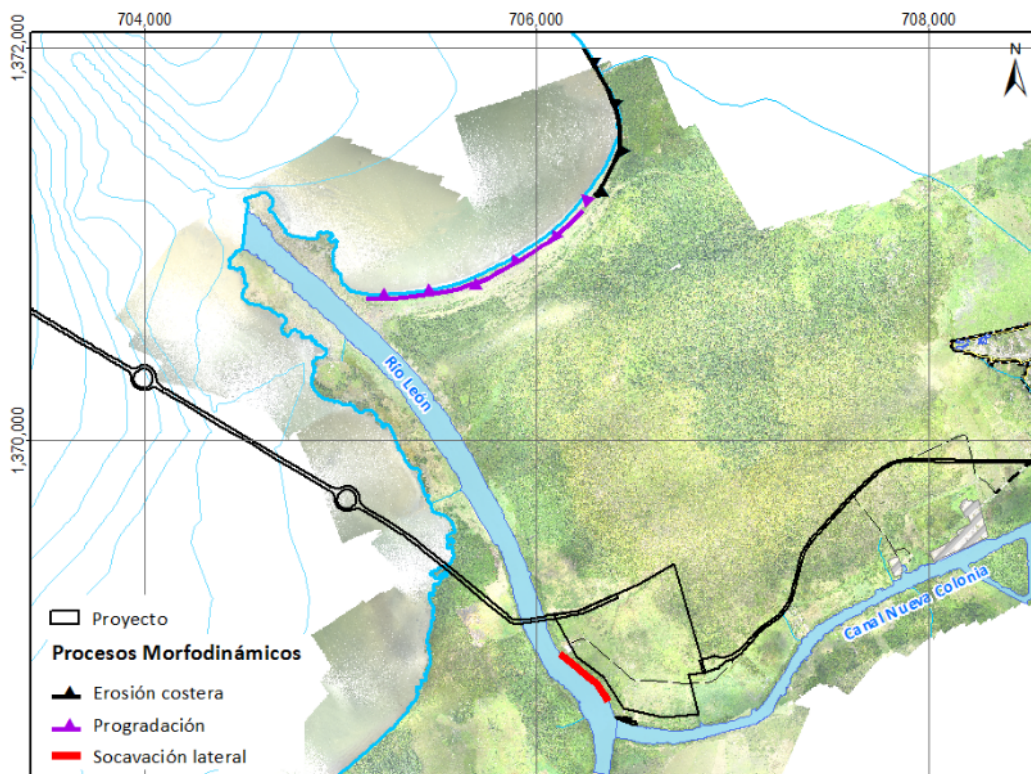




Figura No. 5.10 Procesos morfodinámicos que actúan sobre las geoformas en el área de estudio.
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 50 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Este cambio en las dimensiones del cauce afecta los procesos en este tramo del río, originando un fuerte proceso sedimentario en la margen izquierda, en donde se ha conformado una barra de sedimentos. Una sección hidráulicamente eficiente mantiene un equilibrio entre el caudal y la magnitud de sedimentos que la corriente es capaz de transportar, este tipo de sección se logra cuando las dimensiones de la sección alcanzan la relación mínima ancho – profundidad²⁸, puesto que la relación entre las dimensiones profundidad y ancho de la sección contra su capacidad de transporte son inversamente proporcionales, en la medida en que la sección se haga más ancha o más profunda su capacidad de transporte disminuirá.

- Cambios en la morfología del delta

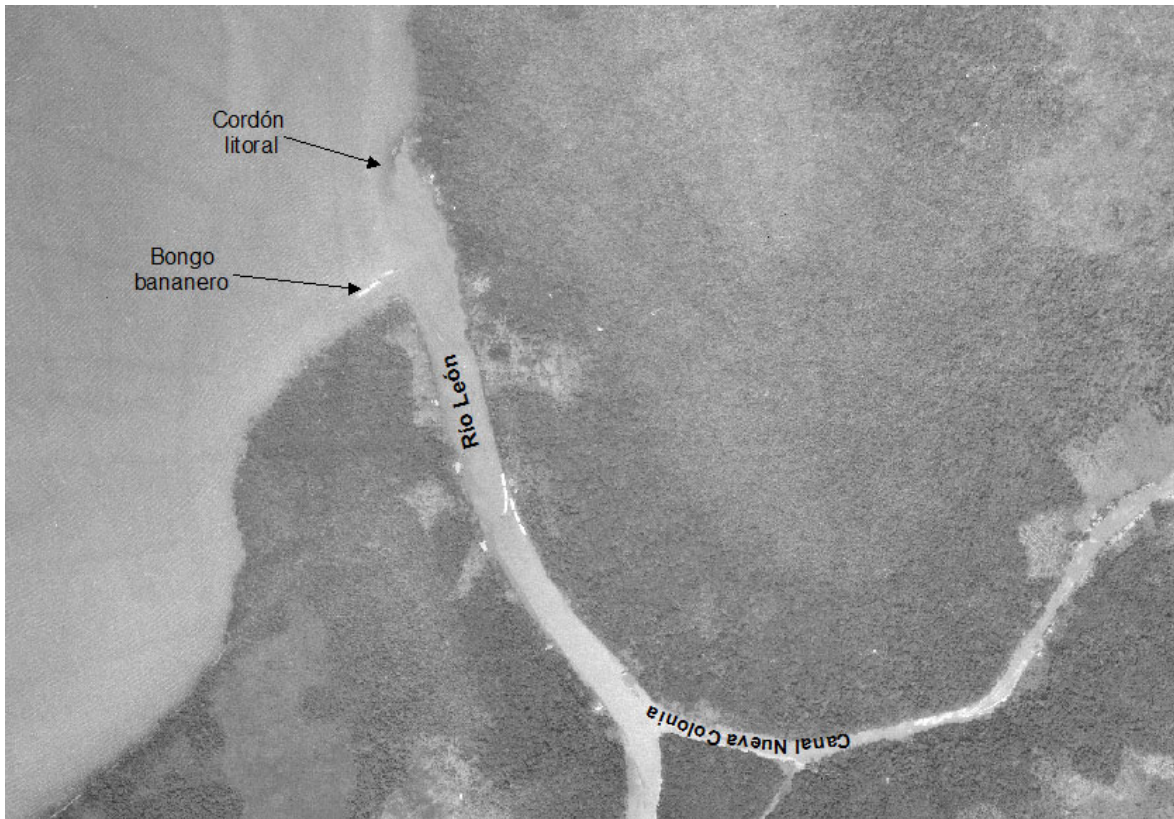
De acuerdo con la información suministrada por la Asociación de Bananeros de Colombia – AUGURA, en el año 1988 la boca del río León que tenía una dirección predominante al Sur y fue desviada hacia una dirección al Noroeste para mejorar las condiciones de navegabilidad de los bongos bananeros, en la Fotografía No. 5.7 se puede apreciar el aspecto que presentaba la desembocadura del río León para el año de 1983, el bongo bananero que se observa en la fotografía estaría mostrando la dirección del río al llegar al mar, mientras que el cordón litoral indica que la carga de sedimentos procedentes del río se distribuía en barras alargadas hacia el Sur y paralelas a la costa, teniendo en cuenta este comportamiento y de acuerdo con lo anteriormente explicado en el aparte “Tipos de deltas”, se puede afirmar que antes de la desviación de la desembocadura del río León en 1988, el delta presentaba una morfología de un delta que es controlado por las olas, que distribuía su carga de sedimentos en barras alargadas hacia el Sur y paralelas a la costa, un aspecto relevante en la morfología actual del delta es que se trata de un delta de influencia fluvial, que distribuye su carga de sedimentos preferencialmente en sentido perpendicular a la costa (ver Fotografía No. 5.8), la intervención antrópica que viene realizando con las operaciones de dragados lo ha forzado a permanecer con un canal único. Adicionalmente, obsérvese el efecto “tobera” de la pluma de sedimentos frente a la boca del canal.

La existencia de un solo canal se explica porque no es el caso de un de un delta libre en el cual los procesos sedimentarios acontecen naturalmente, se trata de un delta sometido a labores de dragado para mantener una sección hidráulica eficiente para la navegación y esa eficiencia no se lograría si el caudal se dispersara por

²⁸ DUNNE T., LEOPOL, L. Fluvial Geomorphology, and River Quality are Used in Environmental Planning. Macmillan, Science, 1978. 818 p.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 51 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

varios canales²⁹, sin embargo el hecho de que solo exista un canal potencializa la concentración de sedimentos en su boca, permitiendo que se generen procesos de acreción hacia el mar.



Fotografía No. 5.7 Aspecto de la desembocadura del río León en el año de 1983.
Fuente: Fotografía aérea IGAC 1983

29 SERVICIOS AMBIENTALES Y GEOGRÁFICOS S.A. –SAG. Plan de Manejo Ambiental del Dragado de los Canales y Ríos Utilizados para el Transporte Fluvial y Marítimo de las Mercancías de Exportación e Importación del Gremio Bananero en la Zona de Urabá. 2003

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 52 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B





Fotografía No. 5.8 Delta del río León. Los depósitos de sedimentos se distribuyen en sentido perpendicular a la costa.
Fuente: Imagen Google Earth nov 1-2014.

- *Evolución del delta del río león*

Los principales cambios que ha experimentado este cuerpo de sedimentos son los siguientes:

- Desplazamiento del delta en dirección al mar

Después de la desviación de la boca del río, los procesos sedimentarios que inicialmente se concentraban en la desembocadura del río se han ido trasladando paulatinamente año tras año en dirección al mar, durante un periodo de 25 años contados desde 1989 hasta 2015, el cuerpo de sedimentos se ha desplazado aproximadamente 2250 m, esto se traduce en un tasa anual de 90.1m. En el área localizada en el frente de la boca del canal es donde el delta registra sus mayores desplazamientos hacia el mar, durante el periodo 2013 – 2007, dicho desplazamiento fue de 509 m, equivalente a 84 m anuales (ver Figura No. 5.12), lo

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 53 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

que le da una forma alargada. La explicación del porqué el delta se desplace perpendicularmente a la costa en dirección al mar, probablemente se deba a que el canal estaría encauzando los sedimentos hacia su boca actuando como una tobera (ver Figura No. 5.11), una vez los sedimentos llegan a la boca estos continúan su camino a través del mar, en donde comienzan a depositarse.

- Conformación de zonas someras



Los sedimentos transportados por la deriva litoral así como los materiales procedentes de la actividad del dragado en el Canal Al Mar, se depositan sobre las áreas ubicadas en ambos márgenes de este cuerpo de agua, en donde paulatinamente han conformado extensas áreas someras subacuáticas con profundidades menores a un metro (llanura deltaica subacuática) y áreas pantanosas emergidas dispuestas a lo largo el Canal Al mar, las cuales han sido colonizadas por vegetación, en la Figura No. 5.11 se pueden observar los límites de estas áreas que se establecieron mediante las batimetrías realizadas en los años 2007 y 2013. La tasa de expansión de estas someras laterales es menor que el desplazamiento que se presenta en la parte frontal del delta, de ahí que este cuerpo de sedimentos presente una forma alargada.

- Procesos sedimentarios

Antes de la desviación de la desembocadura del río los procesos sedimentarios eran de menor magnitud, en tal sentido en el estudio realizado para UNIBAN por SADEC³⁰, se afirma que el río León no forma un delta y que los cursos de agua que desembocan al Sur de la Bahía Colombia no forman deltas sino que sus sedimentos son esparcidos por el mar, asimismo se afirma en dicho estudio que la morfología en la desembocadura del río León permaneció casi invariable durante el periodo entre 1946 y 1989.

Con la desviación de la desembocadura del río, las corrientes del río que tienen una dirección SE-NO se encuentran con las corrientes de deriva litoral que presentan una dirección predominante NNE-SSO, como consecuencia se presenta una anulación parcial de las velocidades de las corrientes implicadas de este encuentro, de tal forma que la corriente resultante presenta una velocidad que resultaría insuficiente para poder transportar la carga de sedimentos combinada del



³⁰ SERVICIO AEROFOTOGRAMÉTRICO DE COLOMBIA – SADEC. Estudio Geomorfológico del Sector que Comprende el Curso Final de Los Ríos León, Currulao y Turbo, Así Como su Desembocadura en el Golfo de Urabá. 1990.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 54 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

río y de la deriva, situación que ocasionaría la depositación de parte de la carga de sedimentos, asimismo el hecho de que solo exista un canal potencializa la concentración de sedimentos en su boca, permitiendo que se generen procesos de acreción hacia el mar.

Además de la desviación de la desembocadura los procesos sedimentarios han sido favorecidos por el incremento en la carga de sedimentos procedentes de la cuenca del río León, anteriormente los cursos de agua que descienden de la serranía de Abibe y que desembocan en el río León, depositaban la mayor parte de los materiales que transportaban en sus llanuras de inundación. El río León por su parte presentaba una dinámica dominada por los desbordamientos a partir de los cuales los sedimentos también se acumulaban en su llanura de inundación. De tal forma que una fracción importante de la carga sedimentaria procedente de la cuenca quedaba depositada en la llanura de inundación del río sin llegar hasta el mar. Pero con la construcción de jarillónes en las orillas de los ríos y de obras de drenaje, se evita que éstos descarguen su carga de sedimentos sobre la llanura de inundación, por otra parte los cambios en la cobertura vegetal donde los bosques naturales han sido reemplazados por pastos para la ganadería y por cultivos limpios, hechos que generan procesos erosivos, que se traducen en un volumen mayor de sedimentos.

Conforme con lo anterior, se espera que los procesos sedimentarios tanto a lo largo del cauce del río León como en su delta continúen presentándose, ya que las condiciones que dieron origen a dichos procesos aún están presentes.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 55 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Procesos de erosión costera.

Prácticamente en todo el delta se presentan procesos sedimentarios, sin embargo en el costado Sur del Canal al mar las irregularidades en el contorno de la línea de costa y la presencia de islotes que han sido colonizados por mangle (ver Fotografía No. 5.9), estarían indicando la presencia de procesos erosivos, sin embargo al comparar la imagen Google Earth del año 2010 con la fotografía aérea del área del proyecto, así como la información obtenida de campo, se determinó que en la actualidad en el sector Sur de la línea de costa se presentan procesos sedimentarios (ver Figura No. 5.11 y mapa MOD_LA_PTO_ANT_09_Susceptibilidad).



Fotografía No. 5.9 Islotes colonizados con mangle
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 56 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

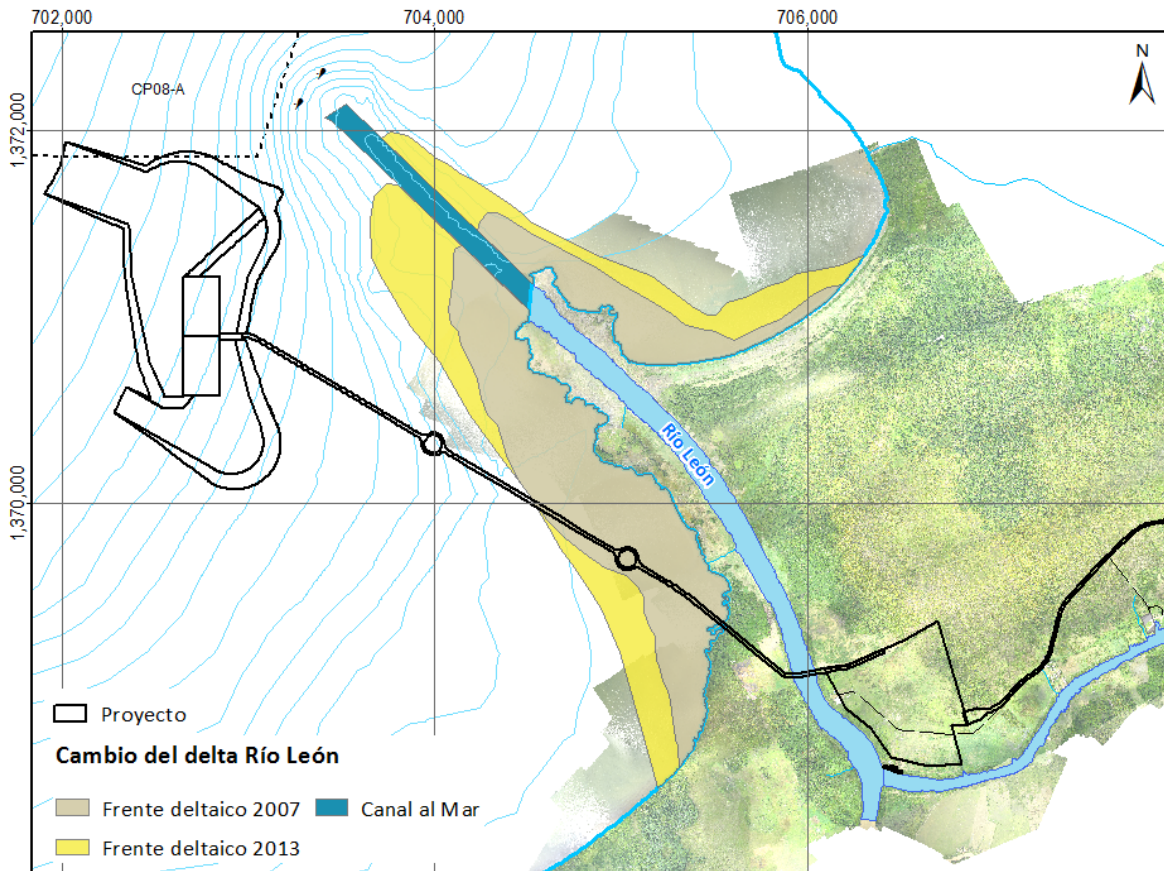




Figura No. 5.11 Evolución del delta durante el periodo 2013-2007.
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- Procesos de acreción

Los procesos que se presentan en el delta afectan también la parte frontal de la llanura de inundación del río León y la línea de costa; limitando entre la margen derecha del Canal y el mar se ha conformado un área emergida en forma de cuña (ver Figura No. 5.12) cuya extensión es de 56 hectáreas, su formación puede explicarse considerando los diques emergidos que se encuentran en ambas márgenes del Canal, los cuales funcionarían de manera similar a un espolón, es decir reteniendo parte de los sedimentos transportados por la deriva litoral, y puesto que la dirección predominante a lo largo del año de la deriva litoral es NE-SO, en la actualidad los procesos de acreción continúan activos.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 57 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

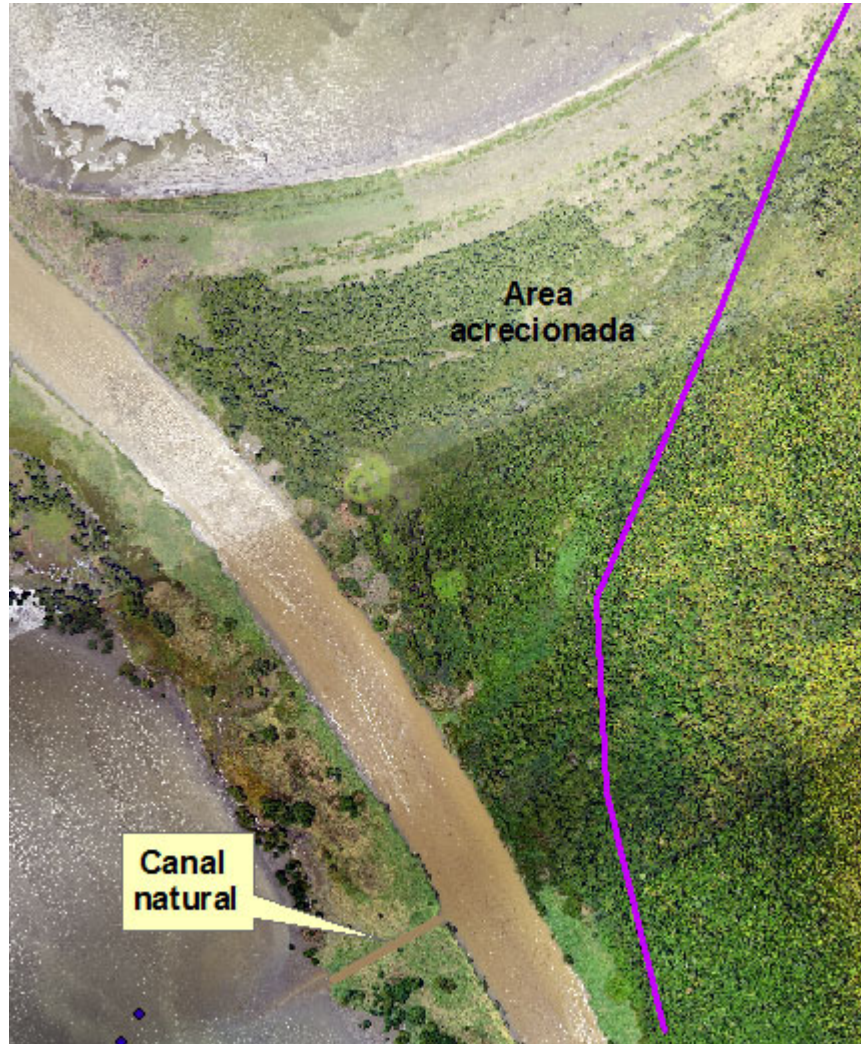




Figura No. 5.12 Cuña de sedimentos entre la margen derecha del río León y el mar que se ha conformado por el efecto “espolón” de la barra de la margen derecha del río.

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- *Morfología y evolución de la línea de costa*

La forma que presente la línea de costa, es un indicador de los procesos morfodinámico entre el mar y el continente, las líneas de costa localizadas en la margen Norte del Canal al mar, son suaves y continuas, reflejando condiciones constantes de un proceso a lo largo del tiempo, de acuerdo con la información disponible obtenida a partir de los trazados de las líneas de costa desde el año de 1983 hasta la fecha, se puede apreciar que ésta parte de la costa ha sido moldeada por un proceso sedimentario, quizás acrecentado y/o originado por la

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 58 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

intervención humana, hasta la fecha, como consecuencia de este proceso desde 1983 la línea de costa ha experimentado una trasgresión de aproximadamente 420 m, esto es una tasa promedio anual de 13 m (ver Figura No. 5.13 y el mapa MOD_LA_PTO_ANT_08_Morfodinamica).

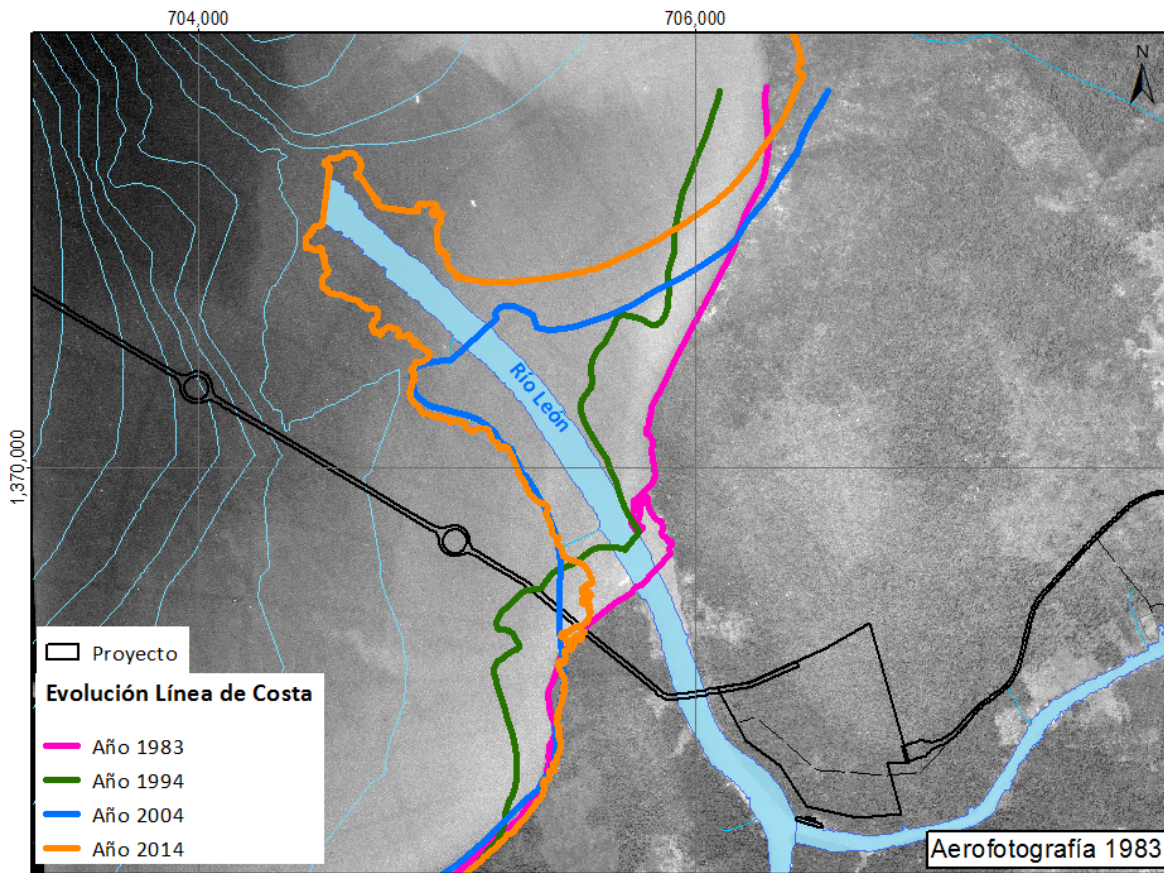




Figura No. 5.13 Desplazamientos de la línea de costa - Foto 1983.
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

Por otra parte la morfología con las irregularidades en el contorno de la línea de costa localizada en el costado Sur del Canal Al mar con entrantes y salientes y la presencia de islotes que han sido colonizados por mangle (ver Fotografía No. 5.7), estarían indicando la ocurrencia a lo largo del tiempo tanto de procesos sedimentarios como erosivos, el resultado de estos procesos muestran una línea de costa en donde la transgresión o la erosión marina han permanecido en equilibrio dinámico, sin embargo en la actualidad, de acuerdo con la información disponible y comparando la imagen obtenida del servidor Google Earth del año 2010 con la fotografía aérea del área del proyecto, se puede concluir que estaría

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 59 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

presentándose un proceso sedimentario, la fuente posible de sedimentos sería el canal natural mencionado anteriormente.

En la Figura No. 5.14 se puede apreciar la evolución de la línea de costa desde el año de 1983.

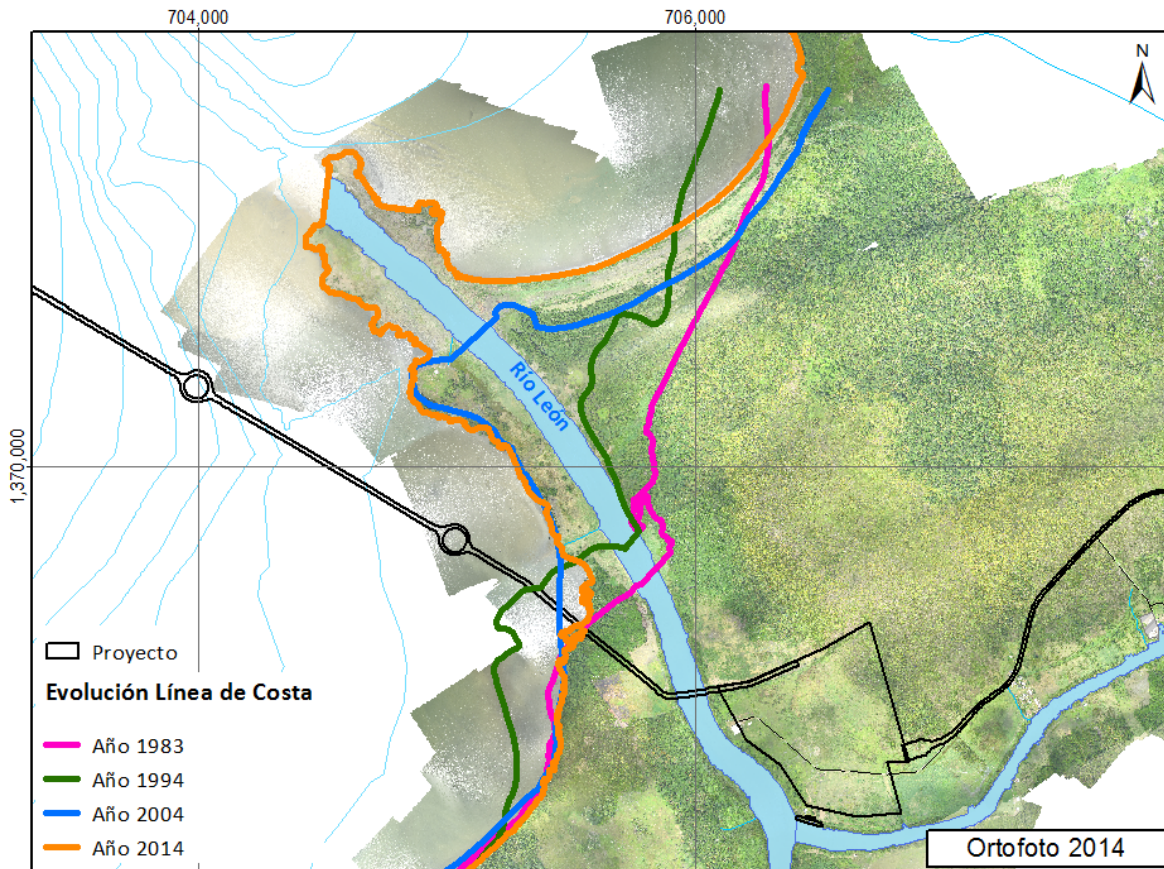




Figura No. 5.14 Desplazamientos de la línea de costa desde el año 1983.

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- *Morfología de Fondos*
- Morfología de fondo área del dragado de profundización

La morfología que presentan los fondos en el área del proyecto, está controlada por los aportes fluviales y la dinámica oceánica, el lecho marino está constituido por una gruesa capa de sedimentos lodosos recientes que descansa sobre rocas sedimentarias del terciario, los sedimentos recientes proceden de los ríos que desembocan al golfo de Urabá, el río Atrato es el que mayor volumen de

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 60 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

sedimentos aporta, seguido del río León, mientras que el río Suriqui se considera de importancia por su cercanía al área del proyecto.



La Figura No. 5.15 y Figura No. 5.16 representa la conformación batimétrica del área de estudio, obtenida a partir del levantamiento batimétrico realizado en mayo de 2014, en donde se pueden observar las principales características batimétricas del área de influencia del proyecto, los niveles batimétricos presentan un incremento monótono en sentido SE-NO, alcanzando los 12 m de profundidad a aproximadamente 3 km de distancia de la línea de costa actual específicamente en el área donde se construirá el muelle, mientras que en sentido perpendicular es decir SO-NE, los niveles son constantes, esta configuración del fondo se asemeja a un plano inclinado, con una pendiente de 0.2° , equivalente 0.35%. En el sector Noreste frente a la boca del Canal Al Mar, las isobatas presentan una forma convexa hacia el mar indicando la presencia de procesos sedimentarios. Hacia el extremo Sureste, las isobatas exhiben una concavidad hacia el mar (reflejo de las condiciones erosionales del área indicadas anteriormente), originadas posiblemente por un déficit de sedimentos en el área. La conformación batimétrica para distancias mayores a los 3 kilómetros de la costa presenta isobatas cuasi rectas indicando que los procesos morfo sedimentarios se encuentran en equilibrio dinámico. Ver mapa MOD_LA_PTO_ANT_10_MDT.

- Morfología de fondo área del botadero

La morfología del fondo marino en la parte Sur del Golfo de Urabá, conforma una depresión alargada en sentido Noreste, con profundidades que alcanzan los -28 m en la zona más profunda localizada al Sureste de brazo Leoncito del río Atrato, dicha depresión se encuentra encerrada por todos sus costados excepto por su costado Norte, las isobatas que demarcan esta depresión son elípticas con sus ejes mayores orientados en sentido NE.

Los taludes en el costado oriental presentan pendientes muy suaves y monótonas del 0.21% o 0.12° , en su costado Sur la pendiente es ligeramente mayor con 0.32% o 0.18° , mientras que en el costado oeste al frente de la desembocadura del brazo El Leoncito del río Atrato, los taludes presentan sus mayores pendientes alcanzando el 2.4% o 1.4° esto quizás motivado por un proceso de acreción del continente en dirección al mar como consecuencia de la intensa sedimentación que se presenta en este sector.

La forma que presentan las isobatas no permiten llegar a concluir con certeza sobre la presencia o no de procesos sedimentarios y/o erosivos, sin embargo la forma elíptica de las isobatas con su eje mayor orientado en sentido NE podría estar indicando la presencia de un control estructural (falla de Murindo).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 61 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El área que ha sido seleccionada como botadero (ver Figura No. 5.15 y Figura No. 5.16) presenta una profundidad en su extremo Oriental de -24 m y en el costado Oeste de -26 m aproximadamente, la morfología del fondo está representada por una superficie cuasi plana, con una pendiente no mayor del 0.058° o 0.1% que se inclina en sentido SEE – NWW. Puesto que esta pendiente es muchísimo menor que el ángulo de reposo de los sedimentos, no existe posibilidad alguna de que estos una vez se depositen en el lecho marino se vayan a desplazar a otro punto de donde se depositaron.

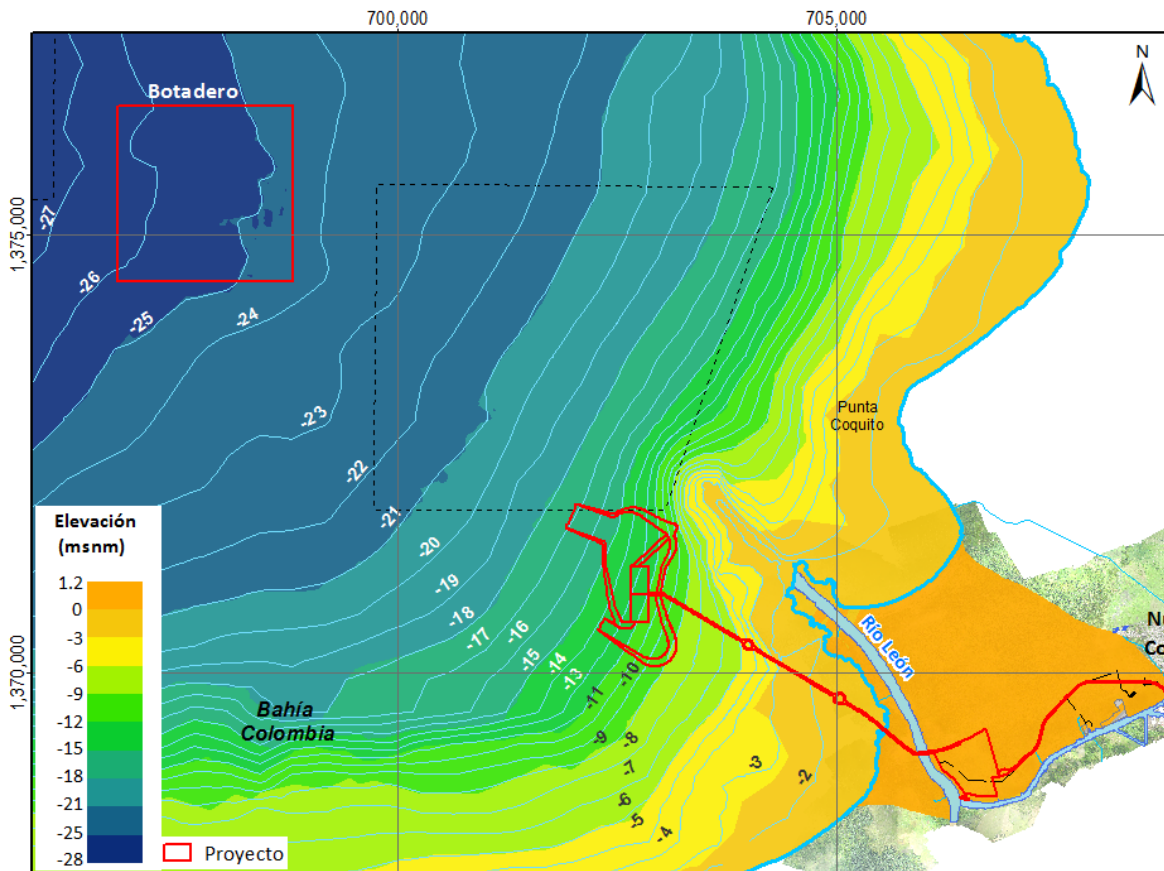




Figura No. 5.15 Modelo batimétrico y de elevación del área de estudio
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 62 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

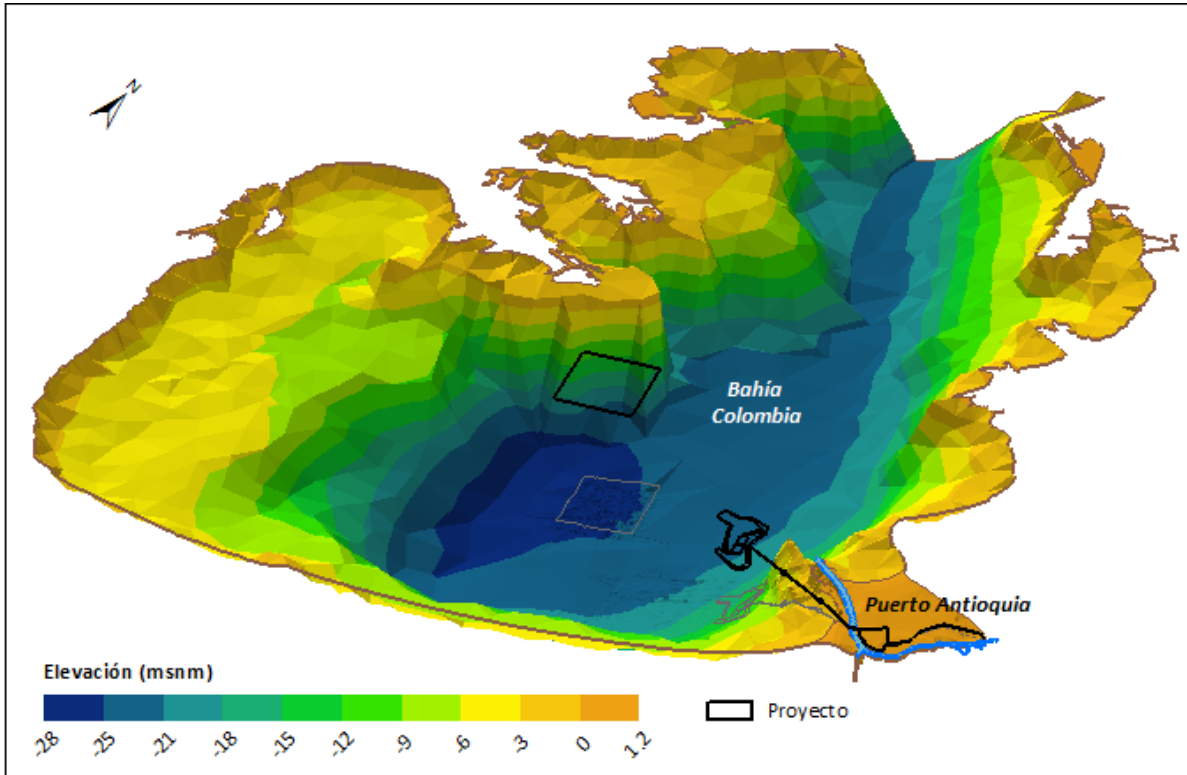




Figura No. 5.16 Modelo Digital de Elevación en 3D del área de estudio
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- *Unidad de paisaje*

El área de estudio del proyecto, se encuentra en una geoestructura de Fosas Interandinas (Atrato, Cauca, Magdalena), en un tipo de ambiente morfogenético Fluvial Depositional que pertenece a un Paisaje de Planicie Fluvio Lacustre (P_F_2) y tipo de relieve plano de inundación y terraza con rocas predominantes de depósitos aluviales lacustres, depósitos de playa y arcillolitas y areniscas.

Paisaje de Planicie Fluvio Lacustre (P_F_2)³¹

³¹ INSTITUTO GEOLÓGICO AGUSTÍN CODAZZI - IGAC. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras. Departamento de Antioquia. Tomo 1. Bogotá. Imprenta Nacional de Colombia, 2007. 992 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 63 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El paisaje de Planicie Flucio lacustre y fluvio deltaico se localiza en la parte baja occidental del Departamento de Antioquia, formada por rocas sedimentarias cuaternarias con pequeñas intrusiones ígneas muy localizadas en los planos de inundaciones fluviodeltaicos.

- *Conclusiones*

La zona de influencia directa del proyecto se encuentra enmarcada en las planicies aluviales inundables del río León, la superficie tiene una topografía plana, cuyo relieve local no sobrepasa un metro, son el resultado de la acumulación de los sedimentos de edad reciente que han sido transportados por los drenajes que corren por el flanco occidental de la Serranía de Abibe.

En el área las unidades litológicas son todas de tipo sedimentario, por tal motivo no se encuentran en el área cercana al proyecto canteras de rocas duras que suministren materiales de construcción al proyecto, las fuentes más cercanas están asociadas a los ríos y pueden suministrar materiales de arrastre.

La Falla de Apartadó (Falla de Uramita), se encuentra aproximadamente a tan solo 13 Km al Este del proyecto.

De acuerdo con el marco geológico del área donde se encuentra el proyecto, se identificaron amenazas por inundación, por abertura de la margen izquierda del río, socavación lateral, diapirismo de lodos y sismos.



El área del proyecto presenta amenaza alta por sismos.

En la actualidad un proceso de socavación lateral está afectando el lote donde se establecerán las instalaciones portuarias. Esta amenaza por estar activa y ocurrir en el área de influencia del proyecto se considera alta.

En el área del proyecto existe en la actualidad una fuerte interacción entre la actividad antrópica y los procesos oceánicos y fluviales, la combinación de estos procesos sumados al clima, ha dado como resultado la geomorfología actual del área.

Geomorfológicamente, se identificaron las unidades de Llanura aluvial del río León y el Delta del río, y sus correspondientes geoformas

La desembocadura del río León fue desviada en el año 1989 para facilitar la navegación, sin embargo esta desviación dio origen a un fuerte proceso sedimentario que aún está activo, lo que ha resultado en una modificación del paisaje, de la conformación batimétrica en el mar y afectando la navegación.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 64 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El delta del río León se ha ido trasladando paulatinamente año tras año en dirección al mar, durante un periodo de 25 años contados desde 1989 hasta 2015, el cuerpo de sedimentos se ha desplazado aproximadamente 2250 m.

Es probable que si las operaciones de dragado se suspenden, el río León puede cambiar su desembocadura abriendo una abertura por su margen izquierda, que es la zona más frágil.

La configuración batimétrica del fondo marino conforma extensas áreas con una inclinación muy suave, lo que permite la disposición de materiales dragados sin que se formen protuberancias, o que se vayan a deslizar.

- **Recomendaciones**

Puesto que el área del proyecto se encuentra en amenaza alta por sismos, es recomendable que las construcciones se realicen en el marco de la norma colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), que indica las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.

Formular las estrategias y medidas pertinentes que permitan mitigar y controlar un fenómeno de socavación lateral que está afectando el lote donde se establecerán las instalaciones portuarias.

Tener en cuenta que el río León puede romper por su margen izquierda y su desembocadura quedar muy cerca al área por donde se construirá el viaducto.



5.1.3 Paisaje

El Área de Influencia del Proyecto se encuentra en un Paisaje de “Planicie Fluvio lacustre”³² con un tipo de relieve plano de inundaciones y terrazas con rocas predominantes de depósitos de playas y sedimentarias cuaternarias con pequeñas instrucciones ígneas.

El proyecto se enmarca en la zona costera del Golfo de Urabá, con una franja costera, cuyo litoral tiene aproximadamente 543 km de borde litoral³³, caracterizado

³² INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZI -IGAC. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras. Departamento de Antioquia. Tomo 1, 2 y 3. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2007. 992 p. DB -IGAC1-00869

³³ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO DE ANDREÍS (INVEMAR) y GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Atlas del golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Series de publicaciones especiales n° 12. Santa Marta: 2007. 180 páginas. ISBN 978-958-98104-3-9. Página 16.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 65 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

en su mayoría por una geomorfología asociada a costas bajas y cenagosas, que agrupa elementos paisajísticos de llanuras aluviales, costeras, de inundación y de manglar, con una disposición horizontal a ligeramente inclinada y cuyos orígenes están asociados a procesos de sedimentación y erosión³⁴. El golfo forma parte de la región del Darién colombiano, el cual tienen condiciones de alta humedad, gran diversidad y depresiones fluviales.

Las unidades geomorfológicas del proyecto tiene características de regímenes erosivos y acrecionales, está comprendida por llanuras aluviales denominadas en el POT de Turbo, 2000³⁵ como Macrounidad Llanura Aluvial ubicada en las llanuras de inundación de los río Atrato – León en el sector Occidental del municipio la cual está asociadas a los aportes sedimentarios de los ríos y por la Macrounidad Complejo Costero la cual comprende una estrecha franja paralela a la línea de costa dentro de la cual existe influencia oceánica en donde se ve influencia por agentes como los fluviales, eólicos, antrópicos y su combinación da como resultado la configuración actual de la línea de costa, dividiéndola en los siguientes sectores: *Sector Caimán Nuevo-río León* que posee una longitud de 52 kilómetros, en los que se combinan costas bajas de playas angostas con falsos acantilados, *Sector río León-Bahía Marirrí* que posee una longitud de 38 kilómetros que limitan el área de Bahía Colombia con playas estrechas (1-3 m), *Sector Bahía Marirrí-Boca Tarena* el cual se caracteriza por la forma en delta digitado, formado en la desembocadura del río Atrato, donde se forman bahías que en total forman una línea de costa de alrededor de 100 km.

- *Unidades de Paisaje*

Se presenta a continuación las unidades de paisaje general con información secundaria a escala 1:550.000 y detallada a escala 1:10.000 con información secundaria y primaria levanta en campo.



- Unidades de Paisaje – General Escala 1:550.000

De acuerdo con el POT de Turbo del 2000³⁶, se presenta en el área de intervención del proyecto tres (3) unidades de paisaje a escala 1:550.000 denominadas Llanura

34 COLOMBIA. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERÍA Y QUÍMICA (INGEOMINAS). Geomorfología y Aspectos Erosivos del Litoral Caribe Colombiano. Publicaciones Geológicas Especiales del INGEOMINAS. N° 21 (1998); páginas 25-29.

35 COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial: diagnóstico físico-ambiental. Turbo: 2000. Libro 1. Parte 1. 71 p.

36 COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial: Libro diagnóstico integrado. Turbo: 2000. Libro 2. Parte 2. 90 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 66 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Aluvial con Humedales, Llanura Marina con Humedales y abanicos con banano (ver Figura No. 5.17).

Llanura Aluvial con Humedales, presentan topografías muy planas, con llanuras de inundación formadas por el desbordamiento de los ríos, sedimentos muy finos de origen predominante aluvial con alto contenido de materia orgánica, parches de bosques, presenta intervención antrópica en el sector oriental de la unidad en los alrededores del río León, alta sedimentación producto de procesos erosivos aguas arriba, presenta una la precipitación de la zona de 4.000 mm/año y predomina los habitantes afrocolombianos, el cual tiene un sustento a partir del recurso pesquero y de extracción de madera, lo que los hace una población dependiente de la oferta ambiental, por lo tanto es un entorno ecológicamente frágil y estratégico para la subregión.

Llanuras Marinas con Humedales, comprende aproximadamente un kilómetro tierra adentro a partir de la línea de costa donde existe un ecosistema definido por la interacción mar-aire-tierra con una precipitación de 4.000 mm/año. Existen playas estrechas (entre 1 y 3 m de ancho), detrás de las playas existen zonas encharcadas con material orgánico, se encuentra con una vegetación de especies de mangle mezclado con helecho, palmeras y pastos inundados. A pasar de que el mangle se encuentra vedado, han sido utilizadas para consumo de leña, fabricación de carbón, postes, chalupas, pilotes, construcción, entre otros lo que ha implicado la alteración de la dinámica de regeneración del mangle.

Bahía Colombia está fuertemente influenciada por los sedimentos provienen principalmente del río León, lo cual ha afectado fuertemente las batimetrías, constituyéndose en un limitante para el calado de los buques que se aproximan al área ya que es un área donde se fondean dichos buques para la exportación del banano que se produce en la zona, por lo que se hace necesario un dragado constante en la desembocadura del Río para garantizar la navegabilidad del mismo para el tránsito fluvio-marino de los Convoy bananeros.

Abanicos con banano, presenta una precipitación de 2.500 a 3.500 mm/año con ausencia de coberturas vegetales, las precipitaciones unidas a la actividad bananera en este sector donde no se respetan las áreas de retiro de los ríos, se desvían corrientes y se realizan canales que terminan por ser un conducto para los sedimentos, lo cual causado un serio problema de erosión lateral de las márgenes de los ríos llegando a afectar los cultivos e infraestructura asentada sobre ellos. Estos factores sumados a las bajas pendientes predominantes producen una amenaza alta por inundación para las zonas cercanas a las márgenes de los ríos.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 67 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

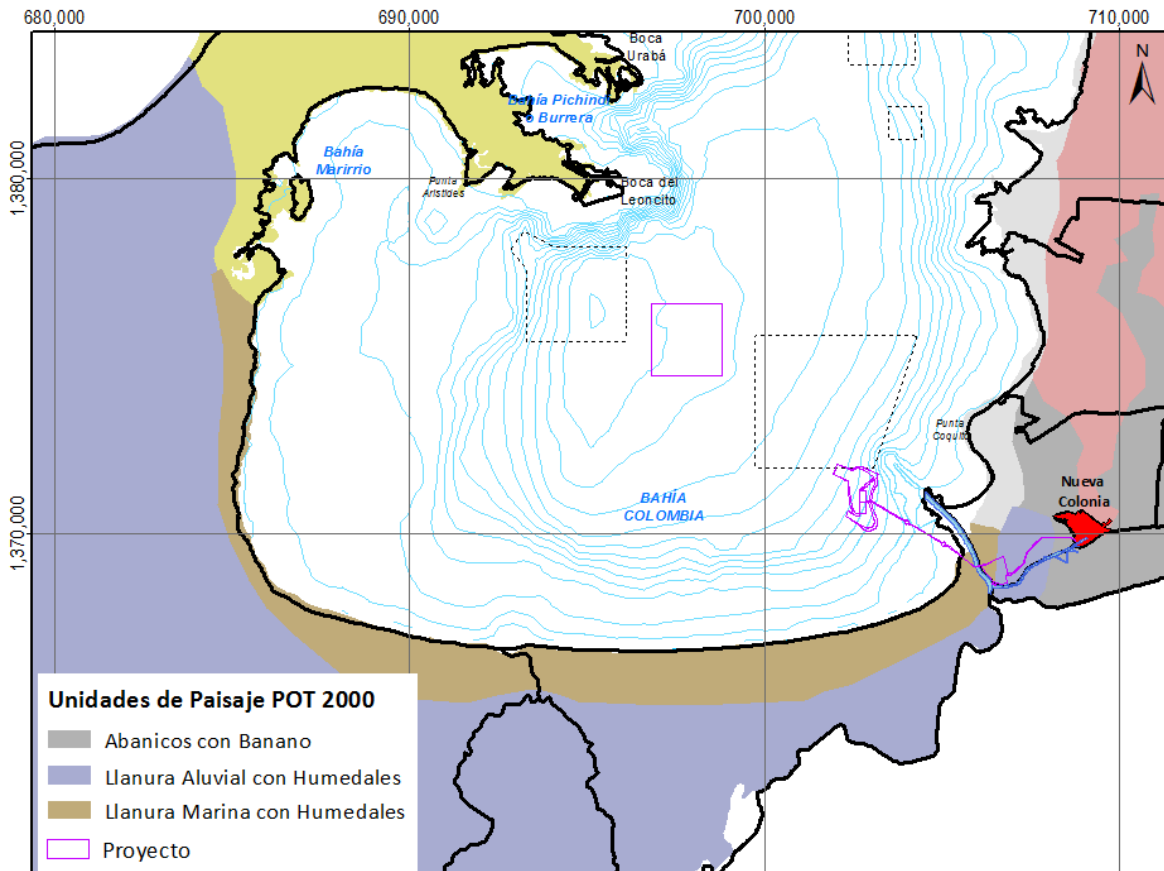




Figura No. 5.17 Unidades del paisaje - escala 1:550.000
Fuente: POT, 2000³⁷

- Unidades de paisaje – Detallado escala 1:10.000

Las unidades del paisaje son áreas geográficas con una configuración estructural, funcional o perceptiva diferenciada, única y singular, de acuerdo con las características que la definen tras un largo periodo de tiempo. Se identifican por su coherencia interna y sus diferencias con respecto a las otras unidades contiguas, es decir las unidades de paisaje son áreas del territorio que presentan un carácter

³⁷ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial. Mapa Fase prospectiva Unidades de paisaje Escala 1:550.000. Turbo, 2000

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 68 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

paisajístico diferenciado, el cual ha sido influenciado por factores naturales o antrópicos³⁸.

De acuerdo con lo anterior, las unidades del paisaje para el proyecto se identificaron a partir de la superposición de capas de los factores ecológicos dominantes que afectan la estructura y atributos funcionales del ecosistema como fueron la geomorfología, red de drenaje, coberturas vegetales y territorios artificiosos con la ayuda de la herramienta del Sistema de Información Geográfico – SIG.

La metodología para obtener los límites de cada unidad del paisaje, se presentó en el capítulo de Generalidades del presente estudio para la Modificación de Licencia Ambiental para el Proyecto de Construcción y Operación de una Terminal Portuaria de gráneles sólidos de gran calado en Bahía Colombia



El área de estudio se encuentra en una topografía de planicies lo que genera menos variaciones en el relieve, los resultados de las unidades del paisaje, estuvieron muy influenciadas por la geomorfología comprendida por llanuras aluviales y llanuras deltaicas emergidas y las coberturas vegetales, siendo estos criterios los que mayor aportaron en la identificación del tipo de unidades del paisaje para proyecto.

Como resultado, se identificaron en el área de estudio del proyecto 13 Unidades del Paisaje, las cuales se presentan en la Tabla No. 5.1, en la Figura No. 5.18 y la Figura No. 5.19 (ver mapa MOD_LA_PTO_ANT_11_Paisaje), de las cuales, la que presentó mayor área de unidad del paisaje fue la denominada B-La (Bosques llanura aluvial), seguida por la unidad del paisaje Mar (Aguas Marinas) y de menor área las unidades As-La (Asentamientos en llanura aluvial) y B-Dn (Bosque Dique Natural).

Tabla No. 5.1 Unidades del paisaje para el área de estudio del proyecto

No Unidades del Paisaje	UNIDAD DE PAISAJE	NOMENCLATURA	ÁREA(ha)
1	Bosques en Dique natural	B-Dn	2.4
2	Bosques en Llanura aluvial	B-La	153.5
3	Bosques en Llanura deltaica emergida	B-Lde	7.8

³⁸ GENERALITAT VALENCIANA – Conselleria de infraestructuras, territorio y medio ambiente. Guía metodológica Estudio de paisaje. Valencia –España. Editorial Conselleria de infraestructuras, territorio y Medio Ambiente, 2012. 172 p. ISBN 978-84-482-5690-2

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 69 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

No Unidades del Paisaje	UNIDAD DE PAISAJE	NOMENCLATURA	ÁREA(ha)
4	Cultivos en Llanura aluvial	C-La	11.2
5	Industrias en Llanura aluvial	I-La	4.5
6	Mar	Mar	873.3
7	Pastos en Llanura aluvial	P-La	86.1
8	Pastos en Llanura deltaica emergida	P-Lde	7.0
9	Río	Rio	15.4
10	Vegetación herbácea en Llanura aluvial	V-La	69.8
11	Vegetación herbácea en Llanura deltaica emergida	V-Lde	4.1
12	Zonas urbanizadas	Zu	73.8
13	Zonas urbanizadas en Llanura aluvial	Zu-La	2.6

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

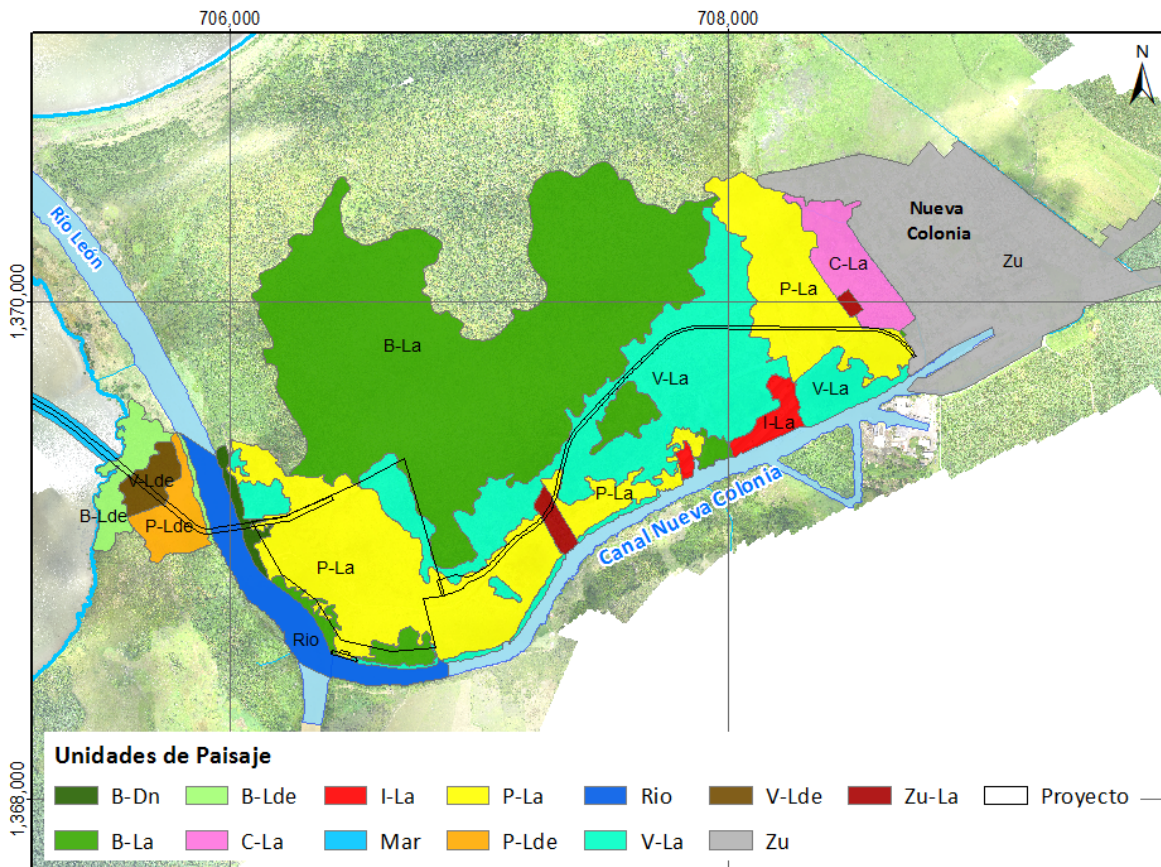




Figura No. 5.18 Unidades de Paisaje Terrestre en el área de estudio del proyecto

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 70 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

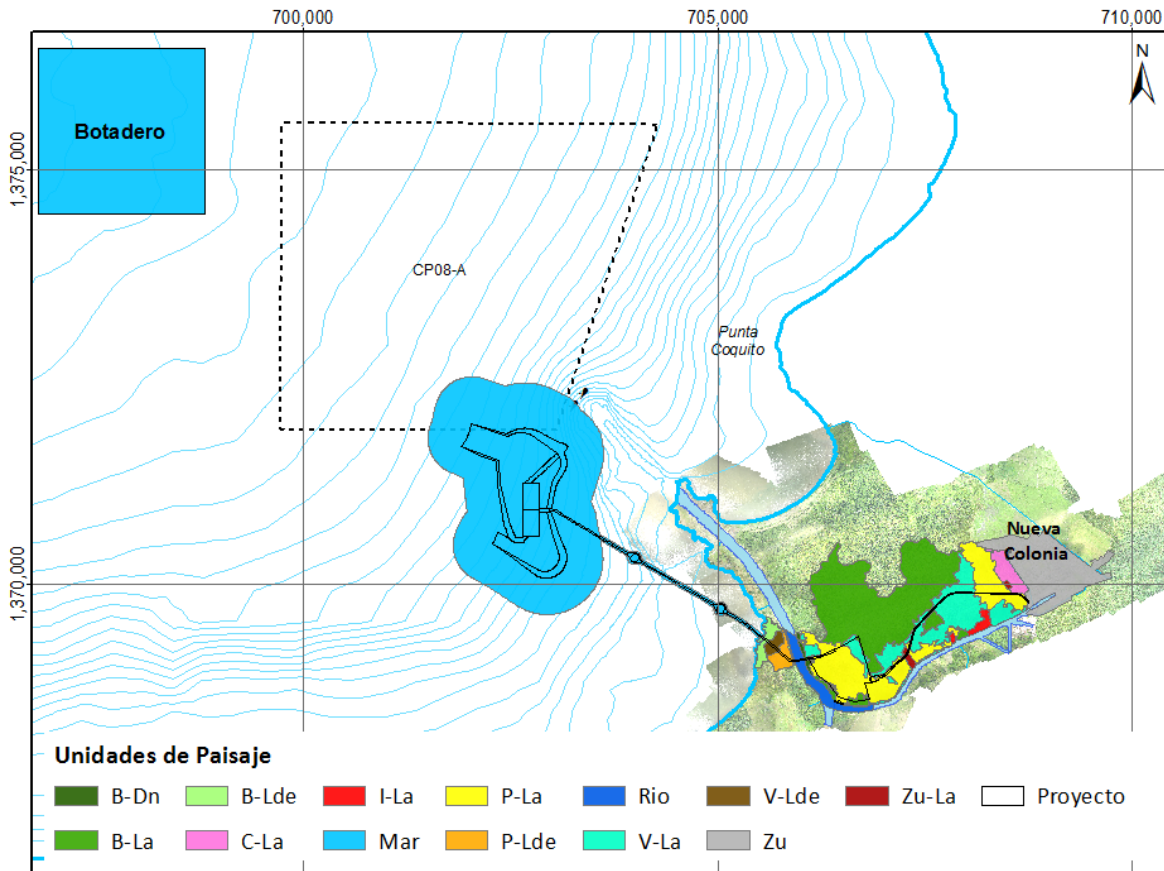




Figura No. 5.19 Unidades de Paisaje Marino y Terrestre en el área de estudio del proyecto
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- *Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico del área de estudio*

El área de estudio del proyecto se encuentra enmarcado en varias unidades de paisaje en el área terrestre y marina, con una mediana capacidad de absorción de cambios por el predominio en ella de una cobertura vegetal constituida por manglar y bosque de galería y/o ripario que ha sido intervenida. Además, son áreas en su mayoría de inundación, puesto que un porcentaje grande de las unidades de paisaje están presentes en una geomorfología de llanura aluvial y llanura deltaica emergida, las cuales tienen una pendiente entre el 0 – 7%. La mayor fragilidad del paisaje actual obedece más a las posibles modificaciones que se realicen a las geofomas con las obras del proyecto.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 71 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Las obras del proyecto (terminal en tierra) que se construirá interviene en su mayoría la unidad de paisaje P-La (Pastos en Llanura aluvial) y menor proporción de V-La (Vegetación herbácea en Llanura aluvial), las cuales son unidades que han sido intervenidas por el hombre para las diferentes actividades económicas como los cultivos y ganadería, en donde el proyecto no intervendrá grandes áreas de coberturas vegetales naturales, sin embargo, la infraestructura que se construirá en el área de estudio cambiará la percepción del paisaje actual en la población.

Para la construcción del viaducto se deberá intervenir una franja de la cobertura vegetal de bosque de manglar, la cual hace parte de la unidad de paisaje B-Lde (Bosque en Llanura deltaica emergida) y a su vez de la Reserva Forestal Protegida de los Humedales entre los ríos Suriquí y León. Es de mencionar, que se presenta actualmente sectores intervenidos dentro de la reserva, la cual ha disminuido la calidad del paisaje por acciones antrópicas.



La construcción del muelle (terminal marina) en Bahía Colombia, el embarcadero, puente y captación sobre el río León, puede alterar el paisaje por la infraestructura nueva en el área del proyecto y la posible afectación temporal de contaminación fisicoquímica y bacteriológica en los cuerpos de agua.

Por otro lado, se cambiará levemente el paisaje marino (unidad de paisaje Mar) en el área del botadero por la disposición del material de dragado de profundización de las áreas de maniobras y el canal de acceso al puerto en Bahía Colombia, ya que se aumentará la batimetría en un área autorizada para tal fin, sin exceder la altura mínima para la navegabilidad de las embarcaciones en el Golfo de Urabá.

- *Análisis de visibilidad paisajística*

El análisis de la visibilidad paisajística, se refiere a la claridad o grado de percepción óptica que tiene los observadores frente al paisaje en el área de estudio, en donde se compone de dos partes los valores humanos que se refieren a la relación de importancia de la población de los sitios escénicos y la sensibilidad de estos sitios con respecto a la distancia horizontal de los observadores que transitan por los senderos, vías y red hídrica navegable. Es de mencionar, que no se consideró la topografía de la zona, ya que la geomorfología es de planicies con poca variación de altitudes.

En este sentido, para proceder con el análisis de visibilidad del paisaje se identificaron los senderos, la vía existente que comunica El corregimiento de Nueva Colonia al predio del Proyecto, el canal de Nueva Colonia hasta la desembocadura con el río León y el río León hasta la desembocadura a Bahía Colombia, ya que son los sitios con mayores tránsitos por los observadores del área de influencia, a

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 72 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

partir de los cuales se realizó un análisis de visibilidad según las distancias definidas en la metodología: a 300 m, 1000 m y mayor a 1000 m, obteniendo como resultado las áreas clasificadas en los planos cercanos, medios y lejanos, como se presenta en la Tabla No. 5.2 y en la Figura No. 5.20.

Tabla No. 5.2 Localización de los senderos, vías y red hídrica navegable

Descripción	Longitud
Senderos	211,0
Senderos	151,9
Senderos	381,0
Vía Corregimiento Nueva Colonia – Predio Puerto Bahía Colombia De Urabá	3,906.0
Canal Nueva Colonia	3,125.0
Río León (a partir de la confluencia del Canal Nueva Colonia a Bahía Colombia)	3,215.0

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015



A partir del tránsito de los observadores los cuales se pueden ubicar en cualquier parte de los senderos, vías, canal y río, se generaron las áreas con mayor y menor visibilidad desde el punto de vista de los observadores que transitan por el área de influencia del proyecto, clasificada con una escala visual con distancias horizontales de acuerdo con la metodología presentada en el capítulo de Generalidades del presente estudio.

Los resultados que se obtuvieron para el área de influencia del proyecto, estuvo influenciada por la geomorfología de la zona, la cual está comprendida por llanuras aluviales y llanuras deltaicas emergidas en donde no se presentan variaciones representativas en la altitud del terreno, lo que implica mayor visibilidad horizontal en el área de estudio, por lo tanto, los resultados con más área estuvieron clasificados en plano lejano representado en un área de 857,2 Ha, para un plano medio estuvo representado por 136,6 Ha y en un plano cercano el cual es el área que los observadores a una distancia menor a 300 m tiene una visual representada en un área de 317,7 Ha, como se puede observar en la Tabla No. 5.3 y la Figura No. 5.20 (ver más detalle en el MOD_LA_PTO_ANT_13_Visibilidad).

Tabla No. 5.3 Resultados del análisis de visibilidad paisajística

Escala Visual	Descripción	Nomenclatura	Área (Ha)
Plano lejano	Distancia horizontal mayor a 1.000 m	Pl	857,2
Plano medio	Distancias horizontal > 300 m <= 1.000 m	Pm	136,6
Plano cercano	Distancias horizontal <= 300 m	Pc	317,7

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 73 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

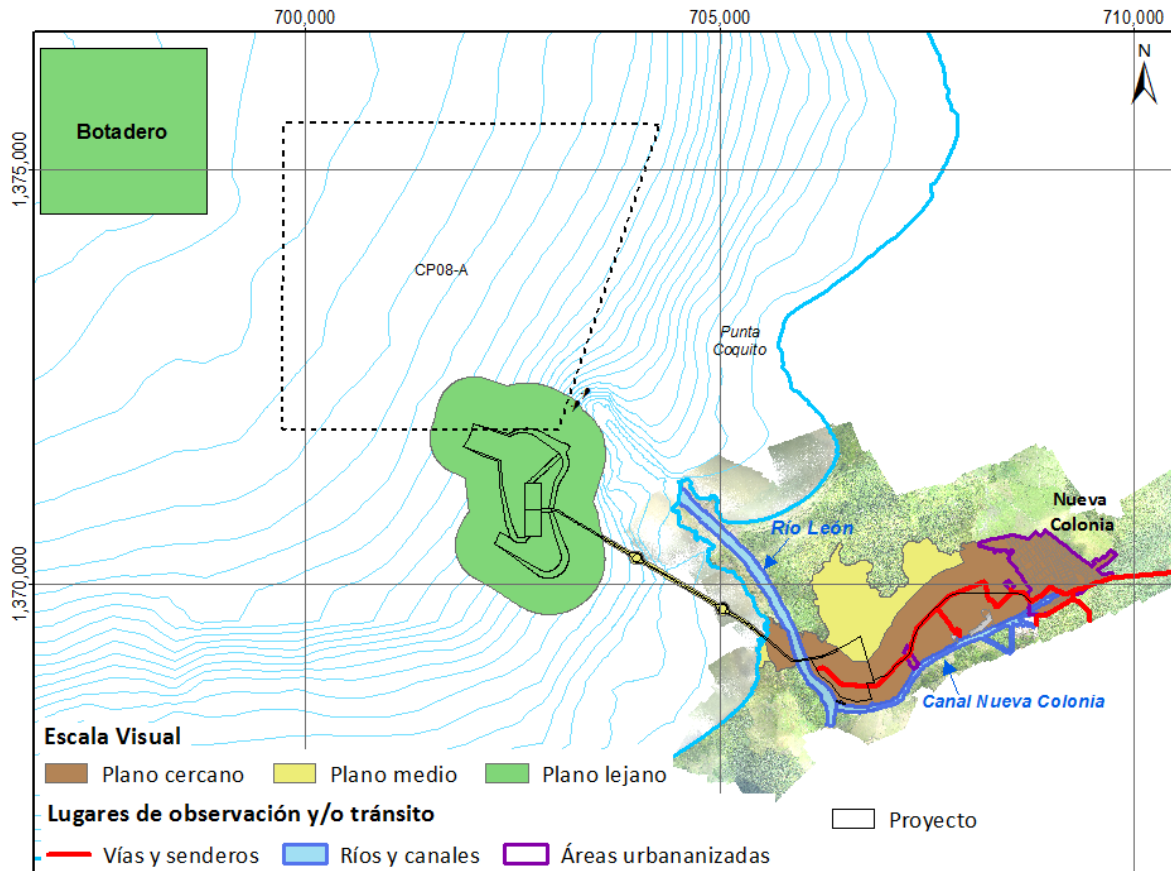




Figura No. 5.20 Análisis de visibilidad paisajística
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- *Calidad visual del paisaje*

La calidad de un paisaje se entiende por «el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve». El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y su calidad se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje³⁹.

³⁹ CIFUENTES, P. La Calidad Visual de Unidades Territoriales. Aplicación al valle del río Tiétar. Tesis Doctoral. E.T.S. de Ing. de Montes. Universidad Politécnica, Madrid 1979.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 74 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Para la valoración de la calidad visual del paisaje se empleó la metodología indicada por Montoya *et al*⁴⁰ con modificación en la escala de calificación de los criterios planteados los cuales se consideraron aplicables para el análisis de la calidad visual, la cual fue presentada en el capítulo de Generalidades del presente estudio.

Se realizaron las capas con su respectiva valoración de acuerdo con los criterios para las formaciones naturales abióticas y bióticas como la calidad fisiográfica comprendida por la valoración por altitud , la calidad de la cubierta vegetal comprendida por la diversidad de formaciones de la cobertura vegetal la cual se calificó de acuerdo con las coberturas vegetales del área de estudio como territorios agrícolas, vegetación herbácea y/o arbustiva y presencia de bosques, la ausencia o presencia del agua, adicionalmente, se consideraron las formaciones artificiales como el grado de humanización como la presencia de carreteras y núcleos urbanos.

Posteriormente, se realizó la superposición de las capas por medio de la herramienta del Sistema de Información Geográfico – SIG y se categorizaron de acuerdo con la escala de valores y se realizó un ajuste en la sumatoria de los criterios con el fin de equilibrar el resultado cuando hay criterios que no aplican a todas las unidades de paisaje, las cuales se clasificaron en cinco (5) clases para el área de influencia del proyecto en términos de calidad visual e integridad escénica, como se presenta en la Tabla No. 5.4 y Tabla No. 5.5.

40 MONTOYA, Raymundo., PADILLA, Jorge., STANFORD, Sergio. Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Valle de Zapotitlán de las salinas, Puebla (México), 2003. En: Boletín del A.G.E. N° 35, p. 123 – 136.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 75 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

Tabla No. 5.4 Resultados de la clasificación de la Calidad visual de las Unidades de paisaje para el área de estudio del proyecto

Unidad de Paisaje ID	CRITERIOS AMBIENTALES						Valoración de criterios	Porcentaje Criterios	Total Ponderado	CALIDAD VISUAL
	Altitud	Cobertura vegetal	Uso actual del suelo	Presencia de Agua	Carreteras	Núcleos urbanos				
B-Dn	2	3	3	1	3	3	15	100%	15.0	Alta (Parece inalterado)
B-La	2	3	3	1	2	3	14	100%	14.0	Alta (Parece inalterado)
	2	3	3	1	3	3	15	100%	15.0	Alta (Parece inalterado)
B-Lde	2	3	3	1	3	3	15	100%	15.0	Alta (Parece inalterado)
C-La	2	1	2	1	2	3	11	100%	11.0	Moderada (Levemente alterado)
I-La	2	-	1	1	1	1	6	83%	7.2	Muy baja (muy alterado)
Mar	1	-	-	3	3	3	10	67%	15.0	Muy alta (Inalterado)
P-La	2	1	2	1	2	3	11	100%	11.0	Moderada (Levemente alterado)
P-Lde	2	1	2	1	3	3	12	100%	12.0	Moderada (Levemente alterado)
Rio	1	-	-	3	3	3	10	67%	15.0	Muy alta (Inalterado)
V-La	2	2	3	1	2	3	13	100%	13.0	Moderada (Levemente alterado)
	2	2	3	1	3	3	14	100%	14.0	Alta (Parece inalterado)
V-Lde	2	2	3	1	3	3	14	100%	14.0	Alta (Parece inalterado)
Zu	2	-	1	1	1	1	6	83%	7.2	Muy baja (muy alterado)
Zu-La	2	-	1	1	2	2	8	83%	9.6	Baja (Moderadamente alterado)

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 76 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.5 Áreas de la clasificación de la integridad escénica para el área de estudio del proyecto



INTEGRIDAD ESCENICA	NOMENCLATURA	ÁREA (ha)
Muy baja (muy alterado)	Mb	78.3
Baja (Moderadamente alterado)	B	2.6
Moderada (Levemente alterado)	M	167.7
Alta (Parece inalterado)	A	173.0
Muy alta (Inalterado)	Ma	888.7

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla No. 5.4 de la clasificación de las unidades de paisaje en términos de la calidad visual y la integridad escénica en la Tabla No. 5.5, a continuación se presenta una descripción de los resultados para el área de estudio del proyecto. Adicionalmente, de forma gráfica se muestra los resultados de la calificación de las unidades de paisaje en la Figura No. 5.21 y en el mapa MOD_LA_PTO_ANT_12_CalidadPaisaje.

Clase I, pertenece a la calidad visual o integridad escénica Muy Baja. Esta clasificación, pertenece a las áreas del proyecto muy alterado con características muy homogéneas y poca armonía en el entorno, las cuales se valoraron entre 6 – 8 representada en 78,3 ha. Las unidades de paisaje comprendidas en esta clase son Zu (Zonas urbanizadas) y I-La (Industrias en llanura aluvial). El resultado es acorde, puesto que estas unidades son las más intervenidas en el área de influencia del proyecto, ya que son las áreas donde se encuentra los asentamientos urbanos del corregimiento Nueva Colonia y las viviendas aisladas de la vereda el Canal y las industrias bananeras.

Clase II pertenece a la calidad visual o integridad escénica Baja. Esta clasificación, pertenece a las áreas del proyecto moderadamente alteradas con elementos naturales con poca armonía con el entorno y se vuelve monótona en su conjunto, las cuales se valoraron entre > >8 - 10 representada en 2,6 ha. La unidad de paisaje que pertenece a esta clasificación es Zu-La (Zonas urbanizadas en Llanura aluvial). Son áreas que están intervenidas por viviendas aislada, ubicadas en geomorfología muy plana y poca variación altimétrica, la cual está influenciada por las constantes inundaciones por las mismas características naturales de la zona.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 77 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Clase III pertenece a la calidad visual o integridad escénica Moderada. Esta clasificación, pertenece a las áreas del proyecto levemente alterada se valoraron entre > 10 – 13 representada 167,7 ha. Las unidades de paisaje comprendidas en esta clase son C-La (Cultivos en Llanura aluvial), P-La (Pastos en Llanura deltaica aluvial), P-Lde (Pastos en Llanura deltaica emergida) y V-La (Vegetación herbácea en Llanura aluvial). Son áreas intervenidas por el hombre en menor proporción, las cuales están destinadas básicamente para cultivos, vegetación herbácea y pastos.

Clase IV pertenece a la calidad visual o integridad escénica Alta. El cual son las áreas del proyecto que parecen inalterado se valoraron entre > 13 – 15 representada en 173,0 ha. Las unidades de paisaje comprendidas en esta clase son B-Dn (Bosques en Dique natural), B-La (Bosques en Llanura aluvial), B-Lde (Bosques en Llanura deltaica emergida), V-La (Vegetación herbácea en Llanura aluvial) y V-Lde (Vegetación herbácea en Llanura deltaica emergida). Corresponden a una alta calidad visual por la armonía de los elementos con el entorno y el estado actual de las mismas, ya que son las áreas boscosas comprendidas por las coberturas de manglar o bosques de galería y/o ripario con actividad de uso de conservación y recuperación con algún grado de intervención o estado natural menos conservado.

Clase V pertenece a la calidad visual o integridad escénica Muy Alta. El cual son las áreas del proyecto Inalterado se valoraron entre > 15 – 18 representada en 888,7 ha. Las unidades de paisaje comprendidas en esta clase son Mar (Mar) en Bahía Colombia y Rio (Río) en el río León, siendo estas áreas las mejores desde el punto de vista de calidad visual por la armonía de los elementos y el estado actual de conservación en la que se encuentra, las cuales cuentan en las riberas con la presencia de manglar pertenecientes a la Reserva Forestal Protegida de los Humedales entre los ríos Suriquí y León. Es de mencionar, que la calificación es muy alta porque no se consideró la calidad fisicoquímica y bacteriológica de las aguas del río y del mar, las cuales son aguas con presencia de turbiedad por la actividad del dragado del río León y el Canal Nueva Colonia para la navegabilidad del mismo y garantizar el tránsito fluvio-marino de los Convoy bananeros.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 78 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

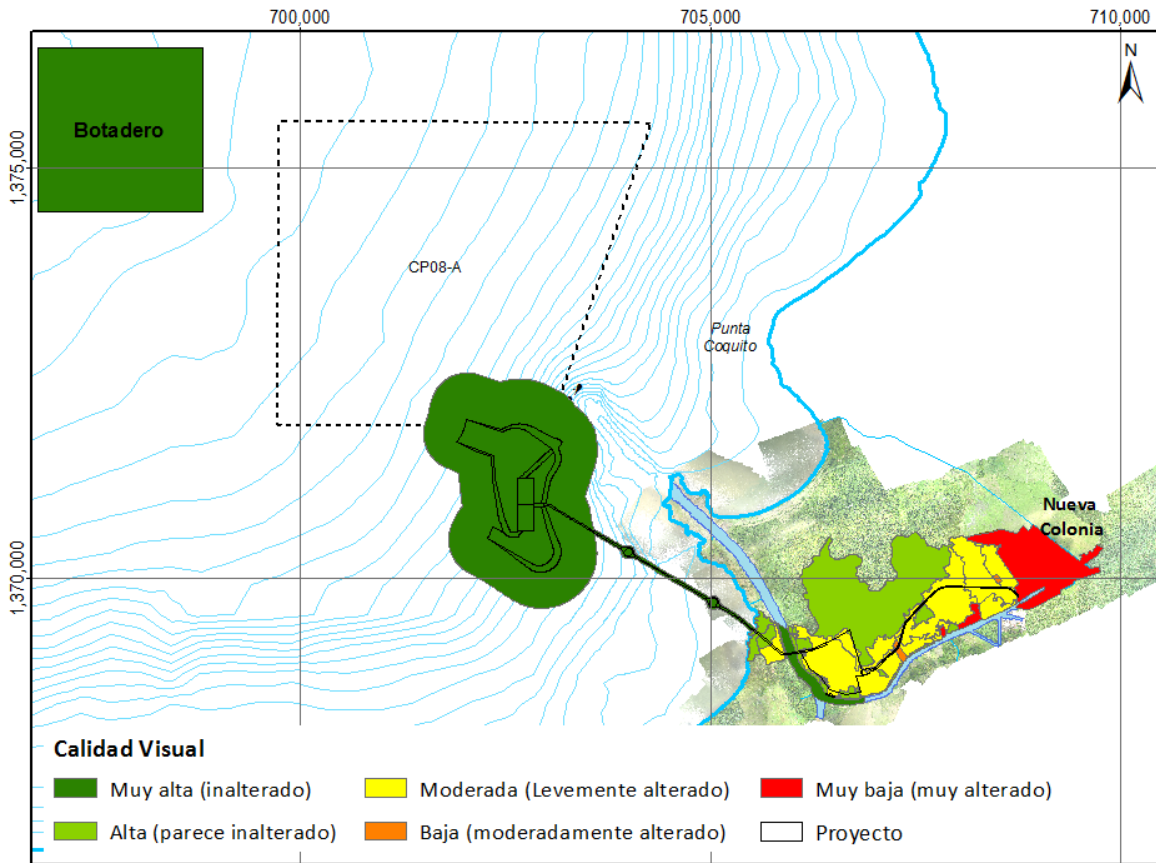




Figura No. 5.21 Calidad visual de las Unidades del Paisaje
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- **Sitios de interés paisajísticos**

Como resultado de los recorridos de campo y la información suministrada por la comunidad del área de estudio del proyecto, se seleccionaron en tipo punto un (1) sitios en el Embarcadero Canal Nueva Colonia, tipo área tres (3) sectores en la desembocadura del Canal Nueva Colonia al Río León, la desembocadura del Río León al Golfo de Urabá y la cobertura vegetal del manglar y de tipo lineal los senderos y la vía existente desde el corregimiento Nueva Colonia al Puerto como sitios de interés paisajístico o atractivos escénicos, los cuales están ubicados en diferentes sectores del área de estudio del proyecto.

La clasificación de los atractivos escénicos o sitios de interés paisajístico, se realizó de acuerdo con lo establecido en el capítulo de Generalidades en el ítem de paisaje, el cual establece las clases en las que se pueden encontrar los sitios con atractivos escénicos de acuerdo con la importancia del paisaje basada en la

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 79 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

percepción humana, características hidrológicas, el estado de conservación, las coberturas vegetales y usos del suelo, subdivididos en tres (3) clases: Deteriorado, Común o típico y Singular. Cada atractivo escénico se identificó en que unidad de paisaje pertenece y la importancia que tiene en su entorno y los atributos positivos que evocan en la gente.

En la Tabla No. 5.6 a la Tabla No. 5.8 y en la Figura No. 5.22 se presenta la localización de los sitios de interés paisajístico o atractivos escénicos, sectores donde se encuentran ubicados y la clasificación de los mismos.

Tabla No. 5.6 Localización y clasificación del sitio de interés paisajístico – tipo punto

No. Sitios	Lugar del sitio	Clasificación del atractivo escénico		Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Bogotá	
		Clase	Nomenclatura	X	Y
S1	Embarcadero Canal Nueva Colonia	Deteriorado	Dt	709.073,44	1.369.883,60

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015


Tabla No. 5.7 Localización y clasificación de los sitios de interés paisajístico – tipo área

No. Sitios	Lugar del sitio	Clasificación del atractivo escénico		Área (ha)	Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Bogotá	
		Clase	Nomenclatura		X	Y
S2	Desembocadura del Canal Nueva Colonia al Río León	Común o típico	Cm	2.6	706,410.85	1,368,537.41
S3	Desembocadura del Río León al Golfo de Urabá	Singular	Sg	13	704,541.57	1,371,043.02
S4	Manglar (Reserva Forestal Protegida de los Humedales entre los ríos Suriquí y León)	Singular	Sg	6.9	705,572.81	1,369,196.26

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

Tabla No. 5.8 Localización y clasificación de los sitios de interés paisajístico – lineales

Lugar del sitio	Clasificación del atractivo escénico		Longitud
	Clase	Nomenclatura	m
Vía de acceso del corregimiento de Nueva Colonia al Proyecto Puerto Bahía Colombia De Urabá	Común o típico	Cm-P	3.906,5
Sederos	Común o típico	Cm-S	211,0
Sederos	Común o típico	Cm-S	151,9
Sederos	Común o típico	Cm-S	381,0

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 80 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

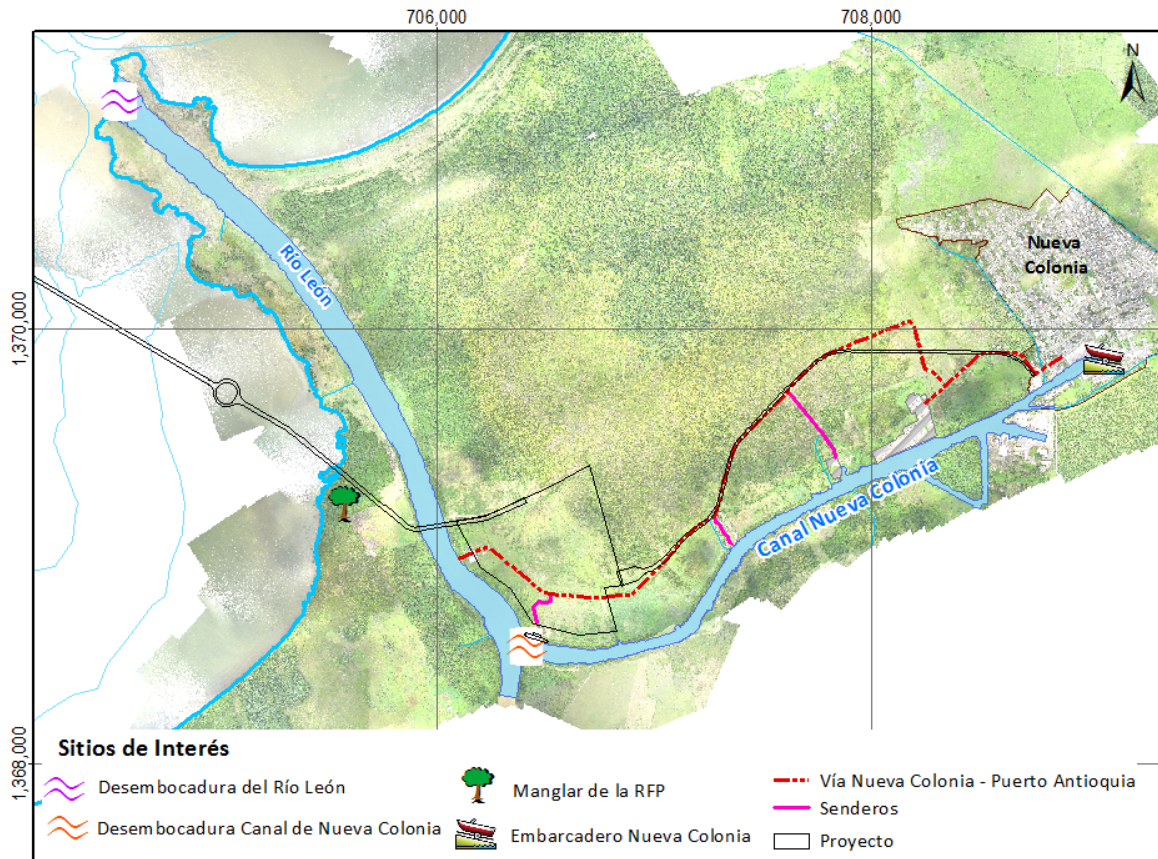


Figura No. 5.22 Localización de los sitios de interés paisajístico
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

A continuación se presenta la descripción de los sitio de interés paisajístico más relevantes en el área de estudio y la clasificación de acuerdo la clase como se presentó en la Tabla No. 5.6.

- S1_Dt (Deteriorado) - Embarcadero Canal Nueva Colonia – corregimiento Nueva Colonia -

Este sitio es reconocido en el corregimiento de Nueva Colonia como el principal embarcadero de uso público en la zona (ver Fotografía No. 5.10), el cual es el lugar donde se encuentra atracadas las lanchas y se realiza el embarque de la población que tiene como actividad económica la pesca, los cuales efectúan sus faenas en Bahía Colombia. La unidad del paisaje a la que pertenece es Cp_La (Centro poblado en llanura aluvial).



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 81 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Adicionalmente, en el embarcadero se puede observar el tipo de transporte fluviomarino (convoy bananeros) que realiza el traslado de los productos de exportación de banano producido en la zona hasta el área de fondeadero autorizado por la DIMAR para los buques, lugar donde se ejecutan las maniobras del cargue de la producción del Convoy al Buque.

Es de mencionar, que el sitio es un lugar con potencial turístico pero las condiciones en las que se encuentra actualmente no son las mejores, se observaron acumulación de buchón de agua y residuos sólidos ordinarios, causando un deterioro visual y olores desagradables para las personas que circulan por la zona, por lo tanto, se clasificó en la clase **Deteriorado (Dt)**.



Fotografía No. 5.10 Embarcadero Canal Nueva Colonia
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 82 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- S2_Cm (Común o Típico) Desembocadura del Canal Nueva Colonia al río León



Se encuentra enmarcada en la llanura aluvial inundable del río León y se consideró un área con interés paisajístico, por el estado en el que se encuentra la desembocadura del Canal Nueva Colonia al río León, el cual cuenta con bosques de galería y/o ripario en un tramo del cauce del canal y en otro sector con pastos limpios, lo que lo hace un atractivo escénico por el estado de conservación en el que se encuentra. La unidad del paisaje a la que pertenece es Río (Río León)

El sector presenta un paisaje natural con espacios arbolados, sin embargo el estado de la calidad del agua no es el mejor, ya que presenta alta turbidez la cual está influenciada por el arrastre de material sedimentario del río León y adicionalmente el canal es dragado constantemente para mantener la navegabilidad del mismo. El objetivo de la navegabilidad del canal, es garantizar el tránsito fluviomarino de los convoy bananeros, el cual es una actividad económica típica de la zona, como se presenta en la Fotografía No. 5.11.

En este sentido, la desembocadura del canal de Nueva Colonia al Río León es típico en muchas regiones del país, por lo tanto se clasificó en la clase **Común o Típico**.



Fotografía No. 5.11 Desembocadura del Canal Nueva Colonia al Río León
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 83 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- S3_Sg (Singular) Desembocadura del río León en el Mar Caribe - Bahía Colombia



La desembocadura del río León al mar tiene una topografía plana, es un área donde se puede observar la confluencia del agua continental con el agua marina, generando un cambio en términos paisajísticos, ya que se puede observar la diferencia de caudales, turbidez del agua, oleaje, transporte fluviomarino y marino como los buques que fondean en el sector autorizado y el ataque del convoy al buque, pertenece a las unidades de paisaje Río (Río León) y Mar (Aguas marítimas)), ver Fotografía No. 5.12.

De acuerdo con el POT del municipio de Turbo, 2000⁴¹ es importante esta área porque es un sector de confluencia entre aguas marinas y continentales, y todo lo que conlleva en términos ecológicos, es la base del sustento de comunidades negras asociadas a lo fluvial y a lo marítimo y en medio de ello, al mangle: ecosistema estratégico, frágil, agotado y fundamento de representaciones culturales de las negritudes.

Actualmente, en la desembocadura del río al mar se presentan grandes cantidades de maderas flotando y atrapadas en el sedimento, debido al bajo nivel del agua que presenta en la desembocadura, formado por la llanura deltaica emergida y subacuática limitando con un frente deltaico al mar.

Por lo tanto, la desembocadura del Río León en el Mar Caribe - Bahía Colombia se categorizó en la clase **Singular**, por ser atractivo escénico con un paisaje diferente a los demás presentados en el área de estudio del proyecto.

⁴¹ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial, 2000. Op cit.


	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 84 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.12 Desembocadura Río León a Bahía Colombia y zona de fondeadero
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- S4 (Singular o típico) Manglar (Reserva Forestal Protegida de los Humedales entre los ríos Suriquí y León)

Las unidades del paisaje B-Lde (Bosque llanura deltaica emergida), V-Lde (Vegetación herbácea en llanura deltaica emergida) y P-Lde (Pastos en llanura deltaica emergida) identificadas en el área de influencia del proyecto, hacen parte del área de la Reserva Forestal Protegida de los Humedales entre los ríos Suriquí y León lo que lo hace un atractivo escénico desde el punto de vista de la conservación, protección e importancia ecológica, son humedal que se encuentran ubicados en el golfo de Urabá en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical, este se localiza al nor-occidente del Departamento de Antioquia, comprendiendo los municipios costeros de Turbo y Necoclí. El área está dominada por áreas encharcables o de pantanos, donde se destaca la vegetación conocida como panganales, arracachales en asociación con un pequeño manchón de manglar en la desembocadura del río a Bahía Colombia.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 85 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Es de mencionar, que el área donde se encuentra el proyecto en la margen izquierda del río León en la desembocadura a Bahía Colombia, se presenta un área con deforestación del manglar y se evidencia la presencia de pastos y vegetación herbácea en las unidades del paisaje V-Lde (Vegetación herbácea en llanura deltaica emergida) y P-Lde (Pastos en llanura deltaica emergida).





Fotografía No. 5.13 Manglar (Reserva Forestal Protegida de los Humedales entre los ríos Suriquí y León)

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- Cm (Común o Típico) Senderos y vía desde Nueva Colonia – Predio Proyecto Puerto Bahía Colombia De Urabá

La vía y senderos existentes en el área de estudio del proyecto se encuentran en una llanura aluvial con cobertura vegetal de pastos limpios, plantaciones de plátano y banano y por un tejido urbano discontinuo. Se consideró como atractivos escénicos por el estado actual del mismo, ya que en sus alrededores se encuentra con coberturas vegetales y un canal que comunica al canal Nueva Colonia en el sector del asentamiento de la Vereda el Canal utilizado para su actividad económica. Por ser longitudes tan largas, cruzan varias unidades de paisaje como As-La (Asentamiento en llanura aluvial), V-La (Vegetación herbácea en llanura aluvial), B-La (Bosque llanura aluvial), P-La (Pastos en llanura aluvial), C-La (Cultivos en llanura aluvial) y Cp-La (Centro poblado en llanura aluvial)

Estos paisajes lineales, son corredores con bajo tránsito vehicular el cual hace que sea atractivo para la comunidad utilizándola para el desplazamiento como zona de esparcimiento y caminatas ecológicas, se categorizó en la clase **Común o típica** porque es un paisaje muy frecuente en la zona.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 86 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.14 Senderos y vía corregimiento Nueva Colonia – Predio Proyecto Puerto Bahía Colombia De Urabá

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- *Percepción de las comunidades como referentes de su entorno físico en términos culturales.*

El área de estudio comprendida por la vereda El Canal y el corregimiento de Nueva Colonia del municipio de Turbo se ubican en el Urabá Antioqueño, la cual es una zona que se ha caracterizado por la diversidad cultural, puesto que la población está compuesta por diversos procesos migratorios compuesta por mezcla del paisa y sus costumbres, el Chocoano, costeños de otros departamentos y las etnias afrodescendiente e indígena, lo que ha generado una configuración de prácticas culturales específicas que enriquecen las manifestaciones pluriétnicas y pluricultural que allí se encuentran.

No se cuenta con sitios paisajísticos reconocidos a nivel municipal, pero la población tiene como referentes culturales los sitios donde pueden realizar diferentes actividades lúdicas, esparcimiento cultural, fiestas para la integración de la población y espacios familiares, como son las canchas de microfútbol que se encuentran en la Institución Educativa Nueva Colonia Sede Caribe e Institución Educativa 29 de Noviembre, Jardín infantil, el parque infantil, cancha de fútbol, las iglesias y la Biblioteca Pública Nueva Colonia (ver Fotografía No. 5.15).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 87 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B





Fotografía No. 5.15 Sitios culturales en el corregimiento Nueva Colonia – Municipio de Turbo
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- Paisaje fondo marino

El estudio realizado por IDEAM et al. (2007)⁴², define el paisaje marino como una extensión del fondo marino, percibido en un contexto espacial y temporal, que posee características particulares con base en su estructura o geoformas marinas; para su clasificación el estudio incorporó los lineamientos propuestos por el grupo de trabajo de ecorregiones marinas del mundo (*Marine Eco-Regions of the World, MEOW*), debido a que es un tema relativamente reciente y pueden resultar ambiguos muchos términos.

⁴² IDEAM, 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Op cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 88 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Una parte del proyecto está ubicado en área marina, como es el botadero para la disposición de material dragado, el área de maniobras para las embarcaciones, el muelle marino, canal de acceso y el viaducto, los cuales se enmarcan dentro de la provincia Mar Caribe en la Ecozona Plataforma continental del Caribe con un paisaje de Plataforma arenosa y Plataforma lodo arenosa de la Ecorregión Atrato (ver Figura No. 5.23).

Ecorregión Atrato: Plataforma arenosa (4pa-at) y Plataforma Lodo arenosa (4po-at)

La Ecorregión Atrato, está fuertemente influenciada por las descargas del río Atrato ubicado al Noroccidente del proyecto. Las aguas de este sector son poco agitadas, turbias y de salinidad reducida por la influencia de los afluentes continentales presentes en la Bahía. La plataforma tiene una predominancia lodo arenosa (4po-at), con franjas arenosas cercanas al litoral (4pa-at)⁴³. La costa es baja, en buena parte flanqueada por pantanos con vegetación bien desarrollada, en donde se puede evidenciar coberturas con manglar y vegetación secundaria.

⁴³ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 89 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

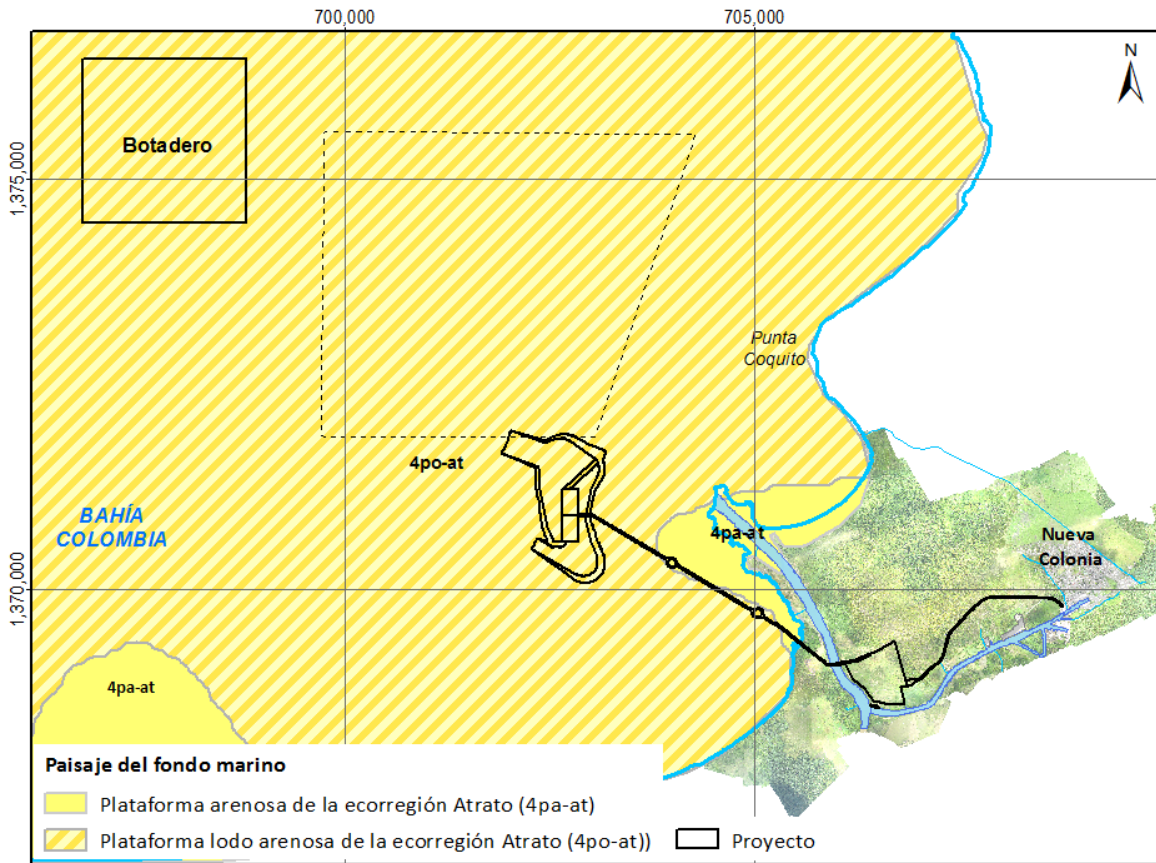




Figura No. 5.23 Paisaje del fondo marino
 Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 de INVEMAR ⁴⁴

5.1.4 Suelos y uso de la tierra

El suelo es el resultado de la interacción de factores formadores tales como el clima, el relieve, el material parental, los organismos y el tiempo; y de procesos de formación como la meteorización, lixiviación, salinización, entre otros. Por lo tanto,

⁴⁴ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM, INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT – IavH; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES DE ANDREIS – INVEMAR; INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS SINCHI –I.SINCHI; INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACÍFICO JHON VON NEUMAN – IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Hoja 12 de 36. Escala 1:500.000. [En línea] <http://www.invemar.org.co/portal_old/noticias.jsp?id=3458&idcat=104> [Consultado 24, julio, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 90 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

el conocimiento de los suelos constituye el paso decisivo para determinar la potencialidad, la aptitud, las restricciones y las limitantes para el uso múltiple de las tierras. Para el caso del área de influencia del proyecto, los principales factores formadores del suelo corresponden al material parental, las geomorfias del terreno (Fotografía No. 5.16) y el clima. El suelo resulta de esta manera determinante para el desarrollo de algunas de las actividades económicas más importantes de la zona, como la agricultura y la ganadería.



Fotografía No. 5.16 Panorámica del área de influencia del proyecto
Fuente: PIO S.A.S, Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A.

Las unidades cartográficas de suelos identificadas en el área de influencia del proyecto (ver Figura No. 5.24 y mapa MOD_LA_PTO_ANT_14_Suelos) se encuentran localizadas sobre el clima cálido muy húmedo y cálido húmedo y están descritas en la leyenda de suelos, la cual se presenta en la Tabla No. 5.9.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 91 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

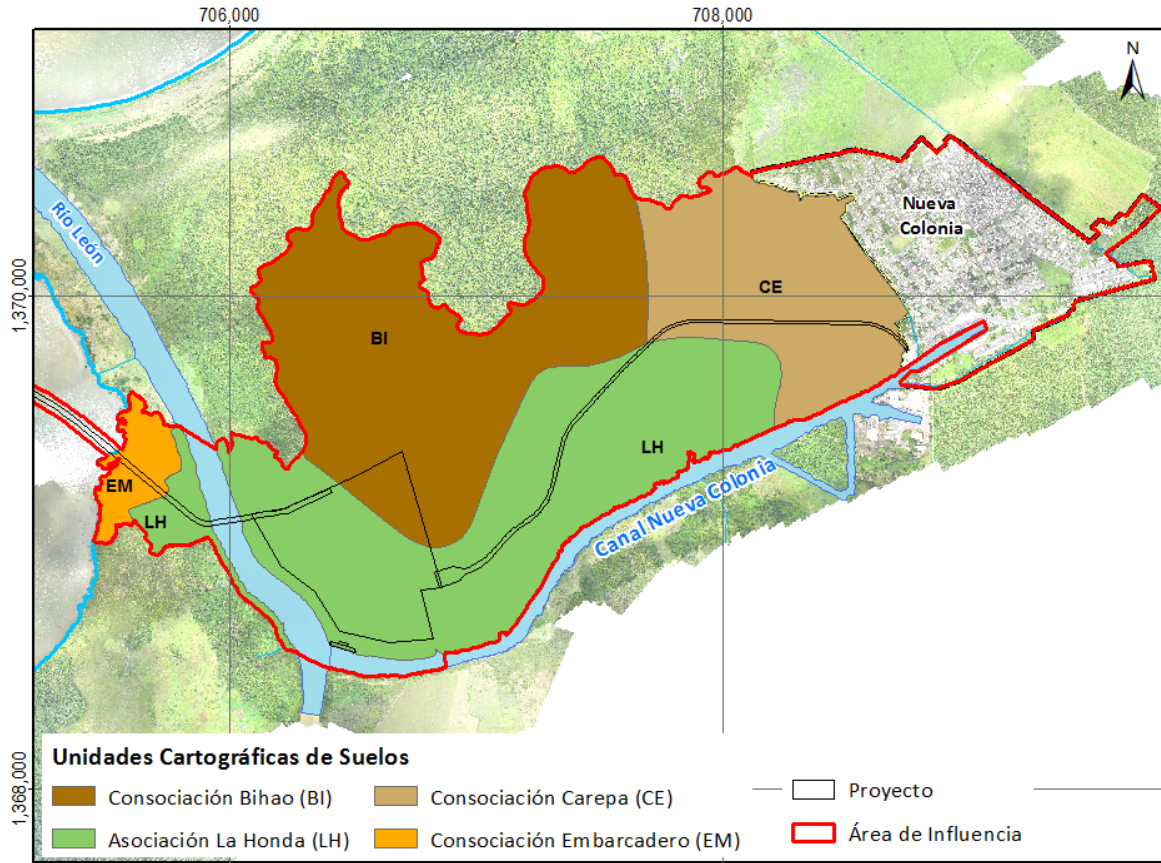


Figura No. 5.24 Unidades Cartográficas de Suelos (UCS) en el área de influencia del proyecto

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.




	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 92 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

Tabla No. 5.9 Leyenda de suelos del área de influencia del proyecto

Descripción					Taxonomía							
Clima	Paisaje	Tipo de Relieve	Forma del terreno	Litología y/o sedimentos	Orden	Sub orden	Gran grupo	Sub grupo	Nombre UCS	Simbología	Fases	Área (Ha)
Cálido muy húmedo	Planicie de llanura	Plano de inundación	Plano de inundación activo río de meándrico	Depósitos de materia orgánica con sedimentos finos.	Histosol	Hemists	Haplohemists	Hydric Haplohemists	CONSOCIACIÓN BIHAO	BI	a	154,9
				Sedimentos mixtos aluviales y lacustrinos actuales y recientes	Entisol	Aquents	Fluvaquents	Fluvaquentic Endoaquepts	ASOCIACIÓN LA HONDA	LH	a	136,8
Cálido húmedo	Planicie aluvial	Terrazas	Plano deltáico Fluvio marino, delta	Sedimentos mixtos aluviales	Inceptisol	Udepts	Eutrudepts	Fluvaquentic Eutrudepts	CONSOCIACIÓN CAREPA	CE	a	69,8
	Planicie marina y fuviomarina	Plano marea de		Depósitos mixtos (limos y arenas) mezclados con materia orgánica.	Entisol	Aquents	Fluvaquents	Typic Fluvaquents	CONSOCIACIÓN EMBARCADERO	EM	a	11,1
Zona Urbana (Centro poblado - Nueva Colonia)										ZU		74,1
Cuerpo de Agua (Río León)										CA		12,5

Fuente: IGAC, adaptado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 93 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Suelos de la planicie fluvio lacustre y planicie aluvial localizados en clima cálido muy húmedo*

Estos suelos se han desarrollado sobre un solo tipo de relieve clasificado como plano de inundación, con pendientes que varían en porcentaje del 0 – 3 % ligeramente plana, con altitudes comprendidas entre 0 – 50 m; el clima es cálido muy húmedo, corresponde a la zona de vida según Holdridge a Bosque Húmedo Tropical (bh-T).



En general los materiales parentales que han dado origen a los suelos corresponden a depósitos cuaternarios inconsolidados de origen aluvial y/o coluvial, están constituidos por sedimentos de texturas finas como limos y arcillas, sobre las orillas del río León se puede apreciar materia orgánica en descomposición (Fotografía No. 5.17). La geoforma está sujeta a inundaciones y encharcamientos prolongados, estrechamente relacionados con la época invernal.



Fotografía No. 5.17 Suelos de texturas finas con depósitos de materia orgánica
Fuente Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

- Consociación Bihao (BI)

La unidad está localizada geomorfológicamente en paisaje de la planicie de origen fluvio lacustre y aluvial y el tipo de relieve es el plano de inundación. El relieve es

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 94 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

plano a ligeramente plano, con pendientes inferiores al 3%. La unidad está afectada por inundaciones y encharcamientos periódicos y prolongados. Los suelos se han desarrollado a partir de aluviones finos y de culminaciones de materia orgánica; son superficiales, limitados por el nivel freático fluctuante que permanece cerca de la superficie; las texturas son medias y finas y la fertilidad alta. Esta unidad cartográfica dentro del área de estudio conserva la vegetación natural, con especies de palma (*Euterpe oleracea*), helecho (*Acrostichum aureum*) y platanillo, formando la cobertura de palmares también llamados “Naidizales”. Esta unidad de suelos abarca un área de 154,9 hectáreas dentro del área de influencia del proyecto.

La consociación está formada por los suelos Hydric Haplohemists en un 75%; hay inclusiones de Typic Endoaquents (20%); el 5% restante son áreas de playones.

Se representa por la fase:

Bla: Consociación Bihao, fase plana

- Asociación La Honda (LH)

Esta unidad aparece en el paisaje de la Planicie Aluvial de desborde del Río León, el cual corre por una llanura plana, lo que ocasiona inundaciones por desborde lateral y determina un patrón de sedimentación selectiva, que da lugar a la formación de un dique natural incipiente y un extenso basín o cubeta de decantación (lacustrino) con materiales orgánicos y minerales arcillosos.


Los suelos se han desarrollados a partir de aluviones heterométricos recientes y actuales; son muy superficiales a moderadamente profundos, limitados por nivel freático fluctuante, pobre a imperfectamente drenados, afectados por inundaciones periódicas.

La mayor parte de estas tierras dentro del área de influencia son empleadas para potreros con pastos naturales o sembrados, conservando la vegetación natural sobre la orilla del río León y el canal de Nueva Colonia, abarcando un área de 136,8 hectáreas (Fotografía No. 5.18).

La Asociación la forman los suelos Fluvaquentic Endoaquents (40%), Aquic Udifuvents (30%) y Aeric Fluvaquents (30%).

Se delimitó la fase:

LHa: Asociación la Honda, fase plana.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 95 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.18 Suelos pertenecientes a la Asociación la Honda
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

- *Suelos de la planicie aluvial en clima cálido húmedo*



Los suelos en este clima están localizados continuos al centro poblado del corregimiento de Nueva Colonia, dentro del área de influencia. A la altura de 0 a 50 msnm, temperatura superior 24°C y precipitación de 3.000 a 7.000mm, se clasifica en la zona de vida (Holdridge) de Bosque Húmedo Tropical (bh-T). El tipo de relieve comprende planos de inundación y terrazas, en relieve ligeramente plano con pendientes 0-3%, con frecuentes inundaciones y encharcamientos en época de invierno. Los suelos se han originado por aluviones heterométricos.

- Consociación Carepa (CE)

La unidad ocupa el paisaje de planicie de origen aluvial y fluvio lacustre y el tipo de relieve de terraza, con pendientes menores de 3%. El material parental que da origen a los suelos está constituido por aluviones mixtos; son moderadamente bien drenados a pobremente drenados, de texturas finas a medias, moderadamente profundos a superficiales y fertilidad moderada.

Estos suelos dentro del área de estudio están dedicados a la ganadería semi-intensiva con pastos naturales e introducidos. Se observan cultivos de plátano y banano en los lotes colindantes con el centro poblado del corregimiento de Nueva Colonia. La vegetación natural se conserva en proporción mínima, esta unidad abarca un área de 69,8 hectáreas.

La consociación está compuesta en un 60% por suelos con alta saturación de bases (Fluvaquentic Eutrudepts) y en un 25% por suelos mal drenados

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 96 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

(Fluvaquentic Endoaquepts), las inclusiones las forman los Vertic Endoaquepts (10%) y Typic Udorthents (5%).

Se representa con la fase:

CEa: Consociación Carepa, fase plana

- *Suelos de planicie marina y fluvio marina en clima cálido húmedo*

Esta unidad se encuentra aledaña a la costa del mar caribe, en los deltas de unidad se localiza en clima cálido húmedo, está formada por ambientes morfogenéticos marino, fluvio-marino, fluvio lacustre y aluvial; perteneciente al tipo de relieve de plano de marea. Tiene una altitud que varía entre 0 – 15 msnm, temperatura superior a 24°C y precipitación de 2.000 a 3.000 mm.


- Consociación Embarcadero (EM)

Esta unidad se encuentra aledaña a la costa del mar caribe, en Bahía Colombia, en el delta del río León y en sectores alejados de la línea de costa, pero con influencia de agua salada. En clima cálido húmedo, dentro de las zonas de vida (Holdridge) bosque húmedo tropical (bh-T).

El Plano de Marea ocupan áreas bajas y pantanosas que se presentan cerca de la línea de costa de Bahía Colombia con influencia de aguas salinas. Cubierto por vegetación de manglar y áreas que han sido altamente intervenidas para convertirse en potreros con pastos sembrados para uso ganadero; esta unidad de suelo tiene una superficie de 11,1 hectáreas dentro del área de influencia del proyecto.

Estas zonas se inundan continuamente por el ritmo de las mareas y los suelos que se forman resultado de la sedimentación fluvio marina de material orgánico y minerales compuestos por arcillas y limos fuertemente mezclados y sometidos a procesos de sedimentación. Las formas del terreno resultantes son marismas (manglares) y zonas pantanosas (depósitos lagunares). El relieve es plano y ligeramente plano, con pendientes 1-3%. Son superficies plano cóncavas que permanecen inundadas por el flujo y reflujos de las mareas y poseen cobertura vegetal hidrófila.

Estos suelos han evolucionado a partir de sedimentos minerales y orgánicos de origen fluvial y marino; son muy superficiales, con drenaje natural muy pobre a pantanoso y no evidencian desarrollo pedogenético. En las capas minerales dominan las texturas finas a veces con substrato arenoso. La vegetación

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 97 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

dominante es el mangle, que está sometido a fuerte explotación; también se observan especies de arracacho, eneas, lotos y Buchón de agua. Estas zonas son refugio de cangrejos (Fotografía No. 5.19), jaibas y otras especies faunísticas.



Fotografía No. 5.19 Cangrejos en cobertura de Manglar
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.


La unidad cartográfica la integran los suelos Typic Fluvaquents en un 75%, el 25% restante correspondiente a suelos Hemic Haplofbrists.

La fase delimitada es:

EMa: Consociación Embarcadero, fase plana.

- *Capacidad y uso potencial del suelo*

El objetivo más importante del análisis agrológicos de las tierras, después de conocer los suelos de un área y el patrón de distribución en la dimensión espacial, es la definición de la capacidad de uso y manejo de las tierras de tal al manera que el desarrollo agrícola, ganadero y forestal, así como las acciones encaminadas a la conservación, preservación y/o restauración del medio natural, se ejecuten de acuerdo con la aptitud y los requerimientos de protección cuando

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 98 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

son vulnerables ante la acción de los factores ambientales y la actividad del hombre.

El sistema de clasificación de tierras por capacidad de uso agrupa las unidades de suelos que tienen las mismas limitaciones físicas y químicas, para su utilización y responden, por lo tanto, a prácticas de manejo similares. El sistema está estructurado en tal forma que a medida que se incrementa la clase por capacidad agrológica, disminuye el potencial del suelo para producir, y se incrementa la necesidad de conservar y proteger el recurso suelo.

En la Tabla No. 5.10 se relacionan las clases y las subclases agrológicas con las unidades cartográficas de suelos (UCS) que conforman el área de influencia del proyecto. En el mapa MOD_LA_PTO_ANT_15_UsoPotencial se presenta el uso potencial del área de influencia del proyecto.


Tabla No. 5.10 Clases y subclases agrológicas de las unidades cartográficas de suelo del área de influencia del proyecto

UCS	Fases	Nombre UCS	Clase	Subclases	Principales limitantes de uso	Uso potencial
CE	a	CONSOCIACIÓN CAREPA	2s	2s-2	Bajos contenidos de materia orgánica y de fósforo	(CSPS): Cultivos semipermanentes y permanentes semi – intensivos. Con cultivos comerciales como banano, plátano, cacao, arroz, palma de aceite y frutales y para ganadería con pastos mejorados.
LH	a	ASOCIACIÓN LA HONDA	5hs	5hs-4	Inundaciones frecuentes de larga duración, nivel freático superficial, y drenaje muy pobre.	(PIS): Pastoreo intensivo y semi-intensivo. Ganadería con pastos mejorados y/o cultivos de arroz
EM	a	CONSOCIACIÓN EMBARCADERO	8h	8h-3	Inundaciones o encharcamientos frecuentes de larga duración Influencia de las mareas, drenaje muy pobre, nivel freático alto.	(Fp): Forestal protector. Conservación y protección de la diversidad de la fauna y flora existente
BI	a	CONSOCIACIÓN BIHAO	8h	8h-4	Inundaciones o encharcamientos frecuentes de larga duración, drenaje muy pobre Nivel freático alto, profundidad efectiva muy superficial.	

Fuente: IGAC, adaptado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

- Subclase 2s-2 (CSPS)

Comprende la unidad Cea de la consociación Carepa, de clima cálido húmedo de relieve de terrazas. Los suelos dominantes se han desarrollado a partir de sedimentos aluviales mixtos, son profundos, bien drenados, de textura fina, reacción moderadamente ácida y fertilidad moderada a alta.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 99 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Estas tierras tienen limitaciones ligeras por moderada acidez, bajo contenido de fósforo y materia orgánica y lluvias mal distribuidas que causan traumas a los cultivos comerciales.

Estos suelos tienen aptitud para agricultura intensiva y semi - intensiva (Figura No. 5.25) con cultivos comerciales como banano, plátano, cacao, arroz, palma de aceite y frutales y para ganadería con pastos mejorados. La mayor parte de estas tierras permiten el uso de maquinaria agrícola, requieren prácticas agronómicas como la aplicación de abono acorde con el contenido de nutrientes en el suelo y las necesidades del respectivo cultivo. El manejo de pastos y ganado debe estar ceñido a principios tecnológicos probados.

- Subclase 5hs-4 (PIS)

Esta subclase corresponde a clima cálido muy húmedo, está formada por la unidad de suelos *LHa* de la asociación Honda; ocupa la posición geomorfológica de plano de inundación de la planicie aluvial del río León y el canal de Nueva Colonia.



El relieve es plano, con pendientes que no sobrepasan del 3% soporta inundaciones periódicas de larga duración. Los suelos se han desarrollado a partir de aluviones, son muy superficiales, limitados por nivel freático fluctuante, imperfecta a pobremente drenados, reacción moderadamente ácida a ligeramente ácida y fertilidad moderada.

Las limitaciones se dan por exceso de humedad que afectan estas tierras por largos períodos del año, hacen que el uso potencial de estos suelos se limite a la pastoreo intensivo y semi – intensivo con pastos mejorados siempre y cuando las tierras no están anegadas o al cultivo de arroz (Figura No. 5.25).

- Subclase 8h-3 (Fp)

Los suelos que conforman esta subclase corresponden a la fase *EMa* de la Consociación Embarcadero localizados en clima cálido húmedo, ocupan la posición de plano de marea aledaño a la costa del Mar Caribe en Bahía Colombia y en el delta del río León y sectores alejados de la costa pero con influencia de agua salada.

Esta subclase tiene una limitación severa debido a las inundaciones frecuentes y prolongadas ocasionadas por la acción de las mareas. Debido a la severa limitación, por la excesiva y permanente humedad ocasionada por el nivel freático

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 100 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

superficial, estas tierras no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, por lo tanto, deben dedicarse a la conservación y protección de la diversidad de la fauna y flora existente, principalmente los manglares (Figura No. 5.25).

- Subclase 8h-4 (Fp)

Esta subclase corresponde a la fase *Blai*, de la Consociación Bihao, localizados en el clima cálido muy húmedo; ocupa la posición geomorfológica de plano de inundación en el paisaje de planicie.

El relieve es plano y ligeramente plano con pendientes menores de 3%. Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos finos y depósitos de materia orgánica; son muy superficiales limitados por el nivel freático, el drenaje natural es pobre a pantanoso las texturas son medias y finas, sepultadas por material orgánico poco descompuesto, la fertilidad es alta.

Esta subclase tiene limitaciones severas por el drenaje natural pobre y nivel freático superficial casi permanente. La mayor parte de estas tierras conservan la vegetación natural, encontrándose especies de arracacho, palmas, buchón, cortaderas, helechos, gramalote, bihao y platanillo, entre otras. Debido a la severa limitación que presenta la unidad por exceso de humedad, estas tierras deben dedicarse a la conservación de la fauna y flora existente (Figura No. 5.25).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 101 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

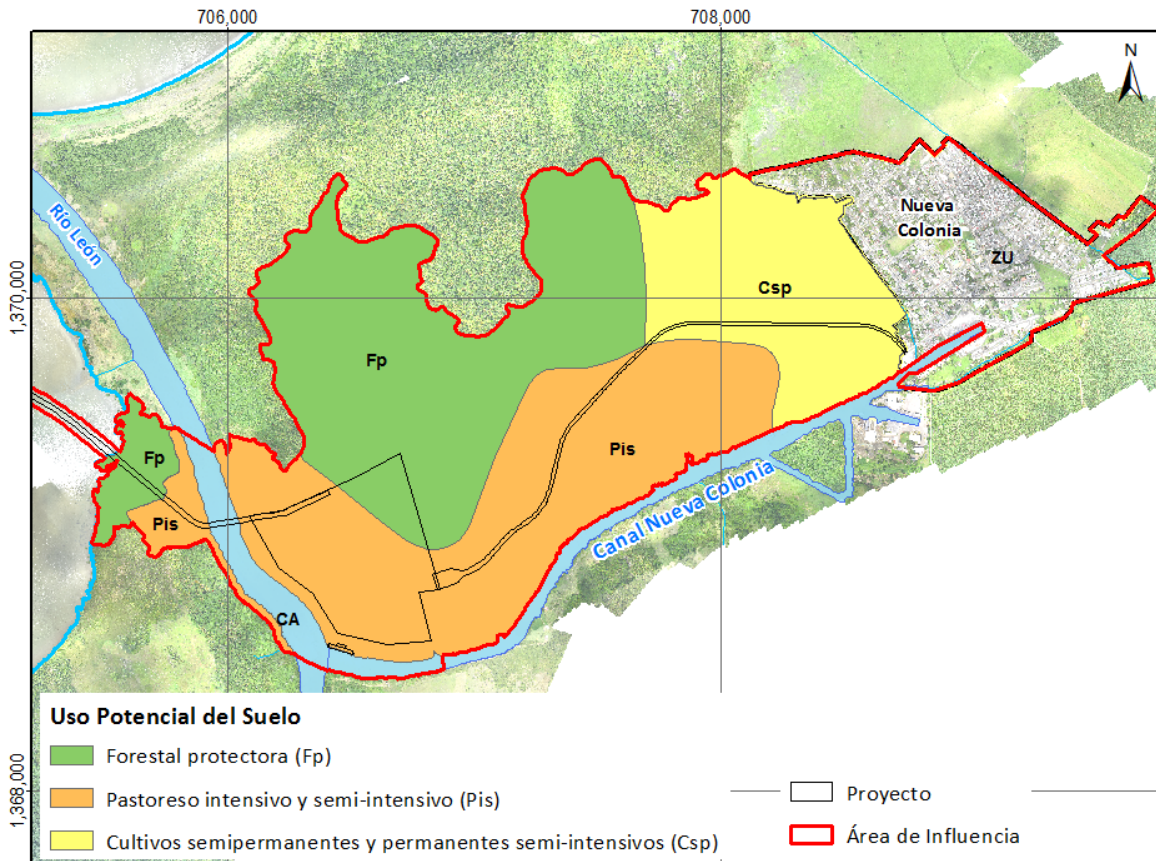


Figura No. 5.25 Uso potencial del suelo en el área de influencia del proyecto
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

- *Uso del suelo*

El uso del suelo se encuentra asociado a múltiples características geomorfológicas y de cobertura, dependiendo en gran medida de la oferta ambiental y de las condiciones socioeconómicas de la población que lo rodea, lo que determina, en términos generales, las formas y prácticas de su aprovechamiento.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Turbo⁴⁵, el área de Influencia del proyecto tiene como uso actual y actividad económica

⁴⁵ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial: Libro diagnóstico integrado. Turbo: 2000. Libro 2. Parte 2. 90 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 102 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

predominante el uso agrícola para cultivos de banano y plátano. Limitada al sur con áreas de humedales como se puede observar en la Figura No. 5.26.

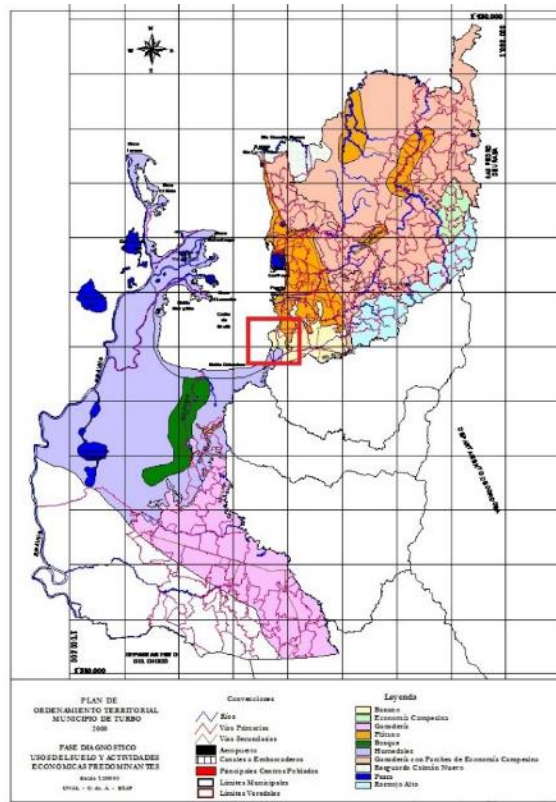


Figura No. 5.26 Uso del suelo y actividades económicas predominantes del municipio de Turbo
 Fuente: POT de Turbo, 2010⁴⁶

Una vez realizado el levantamiento de línea base y verificación en campo, se encontraron seis (6) tipos usos del suelo dentro del área de influencia del proyecto, como se muestra en la Figura No. 5.27 y la Tabla No. 5.11. Para más detalle se presenta el mapa MOD_LA_PTO_ANT_16_UsoActual.

⁴⁶ Ibid.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS</p>	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	 <p>aqua & terra</p>	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 103 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

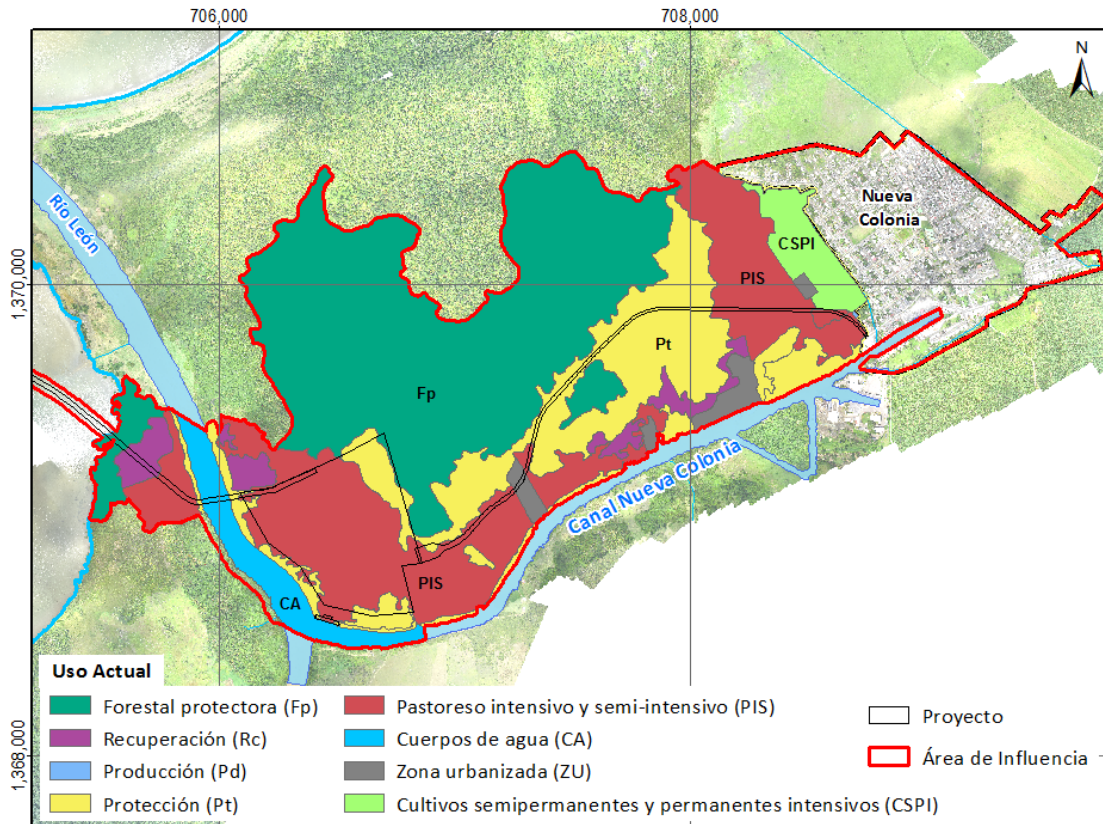


Figura No. 5.27 Uso actual del suelo dentro del área de influencia del proyecto
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

Tabla No. 5.11 Uso actual del suelo dentro del área de influencia del proyecto

Uso actual	Tipo de uso actual	Símbolo	Área (Ha)
Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos	CSPI	11,2
Ganadera	pastoreo intensivo y semi-intensivo	PIS	93,1
Forestal	Producción	Pd	0,04
	Protección	Pt	70,1
Conservación	Forestal protectora	Fp	176,6
	Recursos hídricos	Rh	152,4
	Recuperación	Rc	14,9
Industrial	Zonas industriales o comerciales	Zic	4,5
Residencial	Asentamiento	As	2,0
	Centro poblado	Cp	74,7

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 104 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos (CSPI)

Los cultivos semipermanentes y permanentes intensivos, comprenden la clase de cultivos cuyo ciclo de vida productivo toma entre uno o más años. Dentro del área de influencia del proyecto este uso tiene una superficie de 11,2 hectáreas, y corresponden a los lotes colindantes con el centro poblado de Nueva Colonia.

Allí se identificaron cultivos de banano, plátano y algunos frutales para aprovechamiento domestico de cada finca (ver Fotografía No. 5.20).




Fotografía No. 5.20 Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos dentro del área de influencia del proyecto

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

- Pastoreo intensivo y semi-intensivo (PIS)

Comprende aquellas áreas ocupadas en su mayoría por pastos limpios o arbolados donde las prácticas de manejo impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. Para el área de influencia del proyecto este tipo de uso tiene una superficie de 93,1 hectáreas, se encuentran ubicadas a lo largo del área de influencia del proyecto y el predio donde se pretende construir la terminal terrestre se encuentra cubierto principalmente por pastos naturales.

En gran proporción, estas áreas están dedicados a la ganadería semi-intensiva con pastos naturales e introducidos; las especies gramíneas dominantes en estas

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 105 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

zonas son pastos Urare (*Brachiaria arrecta*), dedicados principalmente para la crianza de Búfalos y pastos Vendeaguja (*Imperata*), usados para la ganadería tradicional, estos pastos se adaptan a sitios encharcados como lo son los planos de inundación que conforman el área de estudio, donde presenta suelos encharcados y con problemas por saturación de agua, sobre estas zonas crecen algunas plantas acuáticas como buchón de agua, loto y arracacho (Fotografía No. 5.21).




Fotografía No. 5.21 Pastos limpios dedicados a la ganadería en el área de influencia el proyecto

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

- Producción (Pd)

Esta tipo de uso del suelo está conformado por una plantación forestal de teca (*tectona grandis*), para la producción de madera. Se encuentra en la edad de turno (12 años aproximadamente). Durante la fase de campo se identificó que este cultivo se encuentra en la fase de aprovechamiento forestal. Por tal razón solo representa una superficie mínima del área de estudio equivalente a 400 m², la cual se encuentra contiguo al centro poblado de Nueva Colonia y a los cultivos de plátano y banano, como se puede ver en la Fotografía No. 5.22.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 106 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.22 Plantación forestal de *Tectona grandis*
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- Protección (Pt)

Este tipo de uso del suelo tiene una superficie de 70,1 hectáreas dentro del área de influencia del proyecto, estas zonas están dedicadas a la protección permanente de los recursos del agua y del suelo, corresponden a las coberturas de bosque ripario ubicadas en las orillas del río León y el canal de Nueva Colonia (ver Fotografía No. 5.23) y los herbazales inundables o de tierra firme ubicados a lo largo del área de influencia.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 107 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.23 Bosque ripario dentro del área de influencia del proyecto
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- Forestal protectora (Fp)

Este tipo de uso del suelo tiene una superficie de 176,6 hectáreas y corresponde aquellas coberturas boscosas, que debido a su grado de conservación ecológica sirven como protección de la fauna y la flora de la región, como lo son las coberturas de manglar y los palmares (Fotografía No. 5.24) que se encuentran dentro del área de estudio.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 108 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.24 Coberturas de Palmares dedicadas al tipo de uso de forestal protector dentro del área de estudio
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- Recuperación (Rc)

Este tipo de uso pertenece aquellas áreas que han tenido intervención o destrucción de la vegetación primaria, como lo son las áreas de manglar que han sido intervenidas y por medio de procesos sucesionales ha empezado un proceso de recuperación correspondiente a la vegetación secundaria alta del manglar, de igual manera sucede con aquellas áreas que presentan un mayor estado de regeneración natural como lo son las coberturas de arbustales, las cuales se encuentran en recuperación de su estado original correspondientes a los bosques riparios. La distribución espacial de las zonas en estado de recuperación las cuales tienen una superficie de 14,9 hectáreas y se encuentran distribuidas principalmente en las orillas de los cuerpos de agua. Es de aclarar que estas áreas aunque se encuentren en un estado de recuperación natural, su intervención antrópica es de gran presión dificultando que este proceso se lleve a cabo.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 109 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.25 Cobertura de vegetación secundaria alta dentro del área de estudio
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- Zonas industriales o comerciales (Zic)

Este tipo de uso corresponde aquellas áreas con infraestructura artificial utilizadas para actividades comerciales o industriales dentro del área de estudio, estas construcciones le pertenecen a la empresa Banacol, ubicadas sobre la margen derecha del Canal de Nueva Colonia, ocupando una superficie de 4,5 hectáreas y correspondientes a dos predios, uno dedicado como centro de acopio para el embarque de banano y el otro predio donde funciona una estación de combustible.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 110 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.26 Zona de embarcadero de la empresa Banacol sobre el canal de Nueva Colonia

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015



- Asentamiento (As)

Este tipo de uso corresponde al asentamiento de la vereda El Canal, se encuentra ubicada a 2 km de distancia del casco urbano del Corregimiento de Nueva Colonia, Municipio de Turbo. Se accede por carretera destapada o por vía acuática, tiene un área de 2 hectáreas. Esta comunidad se encuentra en un área susceptible, debido al aumento de tráfico de vehículos pesados que se dirijan a la zona de la terminal terrestre del puerto. Este asentamiento se encuentra en proceso de reubicación en el centro poblado de Nueva Colonia.

- Centro poblado (Cp)

Este tipo de uso corresponde al lote donde actualmente se encuentran construyendo las viviendas donde será reubicada la comunidad perteneciente al asentamiento de la vereda El Canal y al centro poblado del corregimiento de Nueva Colonia del municipio de Turbo, la cual tiene una población actual de 17.472 habitantes según datos registrados en el censo del DANE en el año 2005⁴⁷ y una superficie de 74,7 hectáreas.

⁴⁷DANE. Boletín Censo General 2005 Perfil Turbo. Antioquia

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 111 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Conflictos por uso del suelo*

Los conflictos por uso del suelo corresponden a la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del suelo y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades, vocación y restricciones ambientales de las tierras⁴⁸.

Según la zonificación de usos del suelo del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Turbo⁴⁹, el área de Influencia del proyecto se encuentra dentro la zona para el desarrollo industrial, portuario y de servicio y una pequeña parte del área de estudio en la clase de conservación y recuperación de ecosistemas, esta última clase hace referencia a la reserva forestal protectora de los humedales de los río Suriquí y León como se observa en la Figura No. 5.28. Siendo la finalidad del proyecto la construcción y operación de un puerto marítimo de gran calado, guarda correspondencia y concordancia con los usos establecidos y permitidos dentro de la zonificación de usos del suelo establecidos por el POT⁵⁰ del municipio de Turbo, considerándose tierras sin conflictos de uso o en uso adecuado (A).

⁴⁸ INSTITUTO AGUSTIN CODAZZI-IGAC, CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA-CORPOICA. Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país. Capítulo IV Uso Adecuado y Conflicto de Uso de las Tierras en Colombia. Bogotá, D.C 2002. 106 p.

⁴⁹ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO, 2000. Op. Cit.

⁵⁰ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO, 2000. Op. Cit. 90 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 112 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

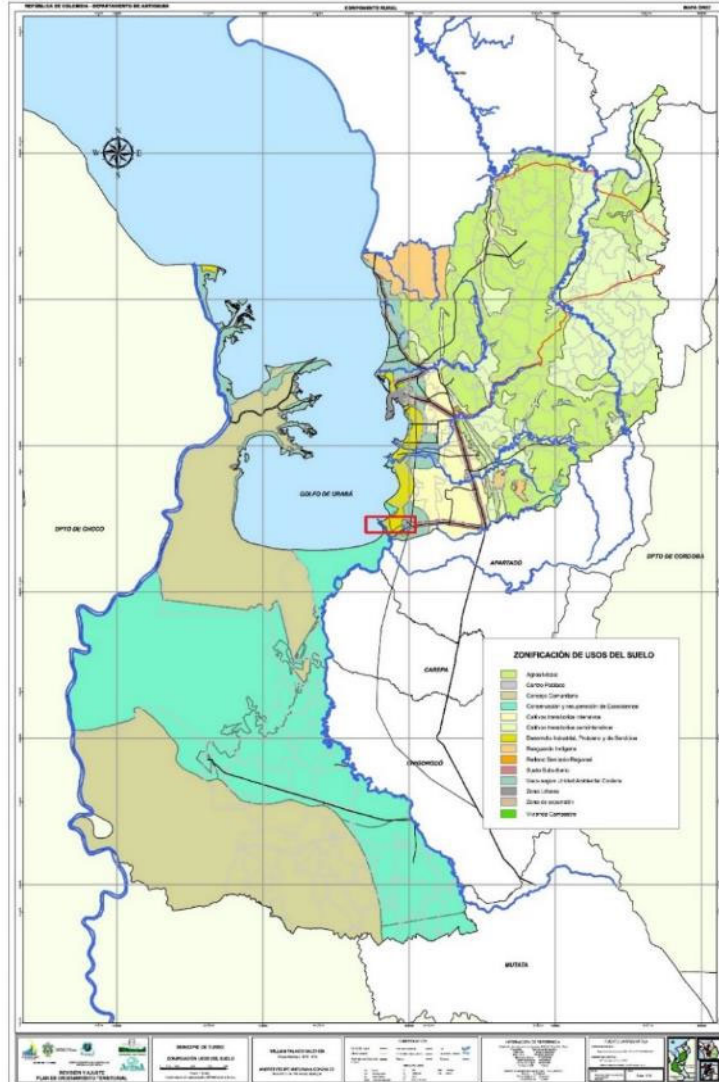



Figura No. 5.28 Zonificación de usos del suelo del municipio de Turbo
 Fuente: POT del municipio de Turbo, año 2000⁵¹

Una vez analizado el uso actual y el uso potencial recomendado del suelo dentro del área de influencia del proyecto se procede a considerar los conflictos por uso del territorio.

Dentro del área de influencia del proyecto el 76,7% (Tabla No. 5.12) de los suelos son **Tierras sin conflictos de uso** o en uso **Adecuado (A)**, se caracterizan

⁵¹ Íbid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 113 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

porque la oferta ambiental dominante en la zona guarda correspondencia con la demanda de los recursos naturales que la población realiza.

De igual manera se identificaron conflictos por **Subutilización ligera (S1)** correspondiente al 6,1% del área de estudio, este hace referencia aquellas áreas que actualmente son usadas para pastoreo intensivo y semi-intensivo siendo suelos con potencialidades para cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos. También se identificó un área con plantación de Teca (*Tectona grandis*), la cual se encuentra en estado aprovechamiento forestal, equivalente a 400 m², y que de acuerdo a la capacidad de uso del suelo debería ser suelos empleados para cultivos agrícolas semi - permanentes y permanentes semi – intensivos, por tal razón se califica un conflicto por **Subutilización Severa (S3)**.

Dentro del predio donde se pretende construir la terminal terrestre se identificó un conflicto por **Sobreutilización severa (O3)** correspondiente al 0,5% del área de influencia del proyecto, esto se debe a que la cobertura de esta zona son pastos limpios y la vocación de uso del suelo es forestal protectora debido a la humedad del suelo, es de aclarar que los pastos existentes en este predio y al rededores, es de origen natural los cuales crecen en los paisajes de planicies de inundación y se adaptan muy bien a suelos con problemas de encharcamiento, de igual manera la presencia de ganado es mínima siendo poco relevante la presión sobre el recurso suelo (Figura No. 5.29).

Por otro lado, se identificó áreas clasificadas como Zona Urbanizada (ZU) las cuales guardan relación con el uso actual y el uso potencial, ya que son áreas con presencia de asentamientos, centros poblados y zonas industriales y comerciales.

En la Tabla No. 5.12 se nombran los tipos de conflictos identificados dentro del área de influencia del proyecto, así como su superficie en hectáreas y porcentual, en Figura No. 5.29 se observa la distribución espacial de cada una de estas categorías (ver mapa MOD_LA_PTO_ANT_17_ConflictoUso).

Tabla No. 5.12 Conflictos por uso del suelo identificados dentro del área de influencia del proyecto

Tipo de conflicto	Símbolo	Área (Ha)	Área (%)
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	A	352,2	76,7%
Conflicto por subutilización ligera	S1	28,0	6,1%
Conflicto por subutilización severa	S3	0,0	0,0%
Conflicto por sobreutilización severa	O3	2,5	0,5%
Zona Urbanizada	ZU	76,7	16,7%

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 114 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

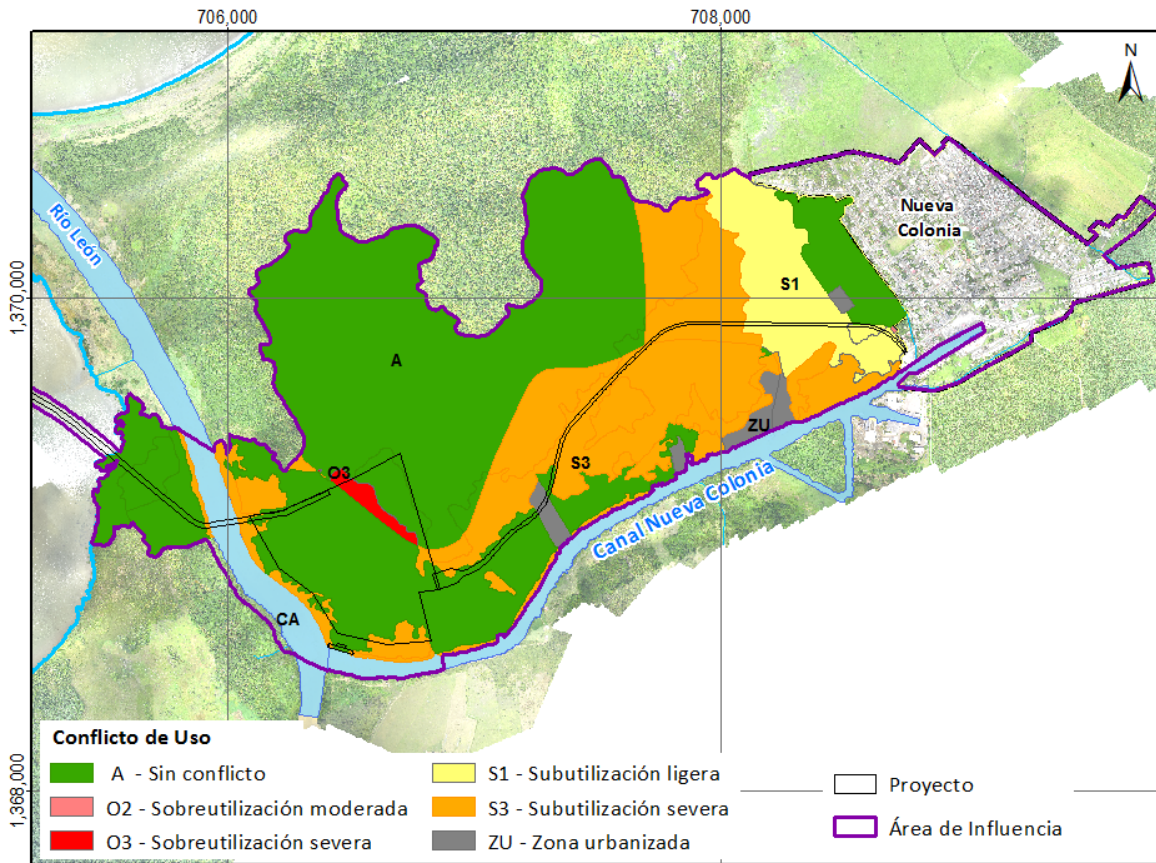


Figura No. 5.29 Conflictos por uso del suelo dentro del área de influencia del proyecto
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

5.1.5 Hidrología

La caracterización hidrológica se desarrolla para el área de influencia del proyecto con el fin de caracterizar el área en términos de la disponibilidad del recurso hídrico superficial. Para esto se identificaron y caracterizaron los ecosistemas lénticos y lóticos presente en el área de influencia.

- *Sistemas lénticos y lóticos*
- Sistemas lénticos

La identificación de sistemas lénticos en el área de influencia se realizó en dos fases. El primer momento se realizó sobre la imagen satelital, con el fin de identificar previamente este tipo de sistemas; el segundo momento, se realizó con trabajo en campo o visitas al área del proyecto, con el fin de corroborar la

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 115 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

información cartográfica inicial. Una vez surtidas estas dos fases, no se identificaron sistemas lénticos naturales dentro del área de influencia asociados a lagunas costeras o pantanos intermareales así como tampoco sistemas lénticos artificiales asociados a jagueyes o aljibes.

- Sistemas lóuticos

De manera regional, los sistemas lóuticos presentes en el área se observan en la Figura No. 5.30. El proyecto se encuentra ubicado sobre la orilla este del río León, aproximadamente a 2,3 km de su desembocadura en Bahía Colombia sector sur del Golfo de Urabá.



Figura No. 5.30 Esquema de los ríos que desembocan en el golfo de Urabá
Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A., 2009.⁵²

⁵²ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A. Estudio de factibilidad para el puerto de Bahía Colombia. 23 de abril de 2009.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 116 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El Golfo de Urabá recibe un elevado aporte hídrico, que es directamente responsable de los procesos de sedimentación que se dan en esta cuenca. Sus afluentes conforman un complejo sistema fluvial compuesto principalmente por 10 ríos que drenan sus aguas en diferentes puntos del Golfo⁵³ (Tabla No. 5.13).

Tabla No. 5.13 Sistema fluvial del golfo de Urabá: caudal y área de la cuenca de los ríos

Río	Caudal medio (m ³ /s)	Área de la cuenca (km ²)
Atrato	4.750,00	35.700
León	40,00	2.250
Suriquí	20,00	71
Turbo	5,50	95
Caimán Viejo	4,00	97
Caimán Nuevo	3,70	85
Bobal	3,50	59
Necoclí	3,50	0
Guadualito	2,30	0
Currulao	2,10	0



Fuente: SENER. Estudio de viabilidad del desarrollo del sistema portuario en Urabá. 2007.

Para el área relacionada con el proyecto, los sistemas lóticos de interés identificados son: el río León como sistema lótico natural y el canal Nueva Colonia como sistema lótico artificial. La localización de la red hidrográfica presente en el área de influencia puede observarse en el mapa MOD_LA_PTO_ANT_18_Hidrología. A continuación se describen ambos sistemas y sus principales características.

❖ Río León

El río León tiene una cuenca de aproximadamente de 2.250 km² que recorre desde su nacimiento, en las estribaciones suroccidentales de la serranía de Abibe, al norte del municipio de Mutatá, hasta su desembocadura en Bahía Colombia 83 km, recibiendo los aportes de los ríos Carepa, Apartadó, Chigorodó, Zungo, Vijagual y Grande, caracterizándose casi todos estos afluentes por presentar una segmentación altitudinal muy semejante, manifestándose en sus cabeceras como corrientes de montaña con regímenes torrenciales e inestabilidad potencial de sus cañones, hasta atravesar zonas de terrazas y colinas, desarrollando estrechos valles aluviales en el piedemonte de la serranía, hasta alcanzar la planicie aluvial

⁵³ SENER. Estudio de viabilidad del desarrollo del sistema portuario en Urabá (Colombia). 2007.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 117 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

del León, en donde se desdibujan en muchos brazos, formando una red muy compleja⁵⁴.

Su cauce principal se presenta como un arco que se curva sobre el plano aluvial donde se desdibuja en redes de canales muy complejos, propicios para formaciones hidrófilas que discurren en gran parte por territorio de Turbo sobre las unidades de llanura inundable y complejo marino costero⁵⁵.

La distribución de caudales del río León con sus afluentes es bimodal, registrándose durante los meses los más lluviosos de septiembre y octubre, episodios de desbordamiento con valores medios de caudal de más de 100 m³/s, que supera por varios días la capacidad de las secciones transversales que, en el tramo aluvial de la estación de Barranquillita, está entre 180 y 200 m³/s. Durante el periodo menos lluvioso correspondiente a los meses de enero a marzo, los caudales son inferiores a 30 m³/s con un mínimo mensual en marzo de 16 m³/s (ver Figura No. 5.31)⁵⁶.

Los rendimientos durante los primeros meses del año son del orden de 20 l/s/km², frente a valores superiores a 120 l/s/km² en el periodo más húmedo, debido a que durante este último periodo se establece una continuidad hidrológica en los sistemas de humedales del Bajo Atrato y el León, aumentando así la escorrentía superficial en la cuenca⁵⁷.

El caudal medio anual en el río Villarteaga (parte alta del río León) es de 18 m³/s, mientras que en Barranquillita es de 70,8 m³/s, lo que implica un rendimiento hídrico medio para la cuenca que varía de 135 a 93 l/s/km², valores considerados altos (ver Figura No. 5.31 y Figura No. 5.32)⁵⁸.

⁵⁴ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial: diagnóstico físico-ambiental. Turbo, 2000. Libro 1. Parte 1. Página 31.

⁵⁵ *Ibíd.* Libro 1, Comp. 2 (Biótico). Página 21.

⁵⁶ *Ibíd.*

⁵⁷ *Ibíd.*

⁵⁸ *Ibíd.*

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 118 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

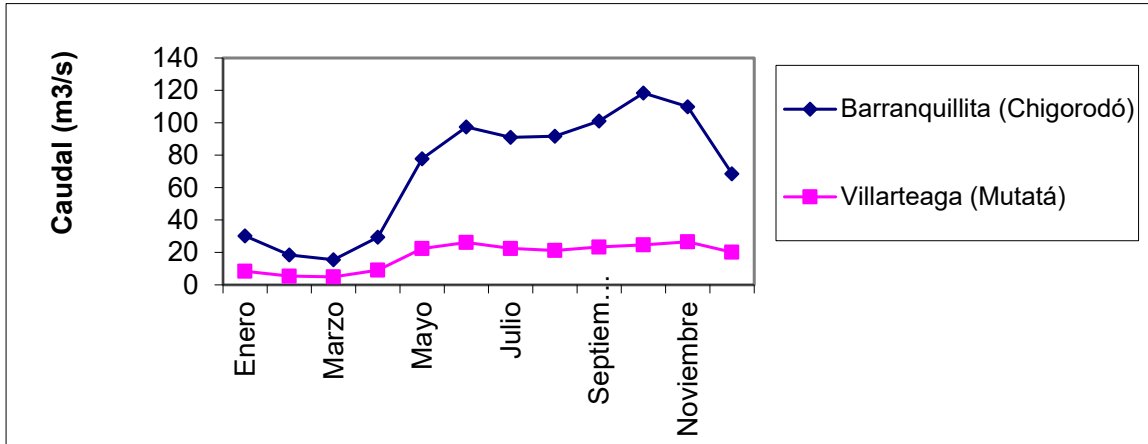


Figura No. 5.31 Caudales medios mensuales del río León -Estaciones Barranquillita y Villarteaga
Fuente: POT Turbo, 2000⁵⁹.

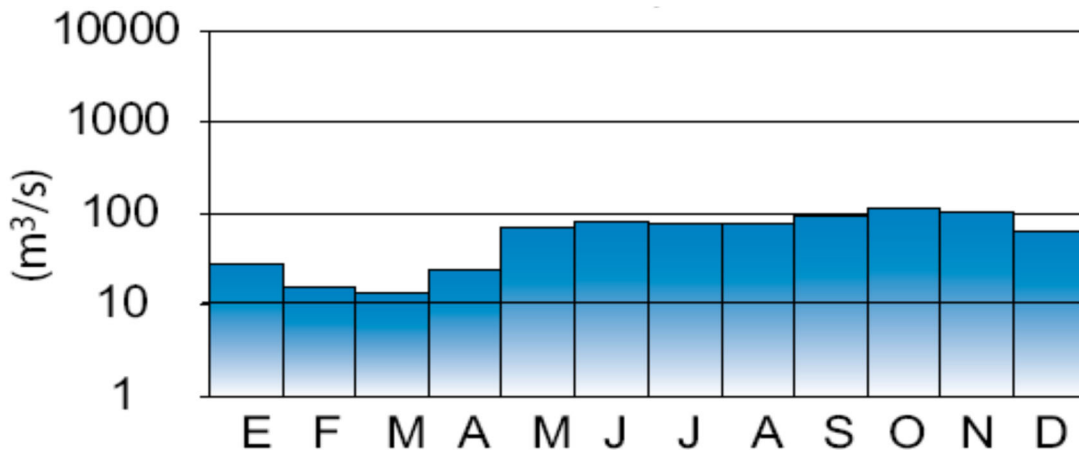




Figura No. 5.32 Caudales medios mensuales del río León - Estación Barranquillita (Estadísticas 1989-1993)

Fuente: INVEMAR y GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Atlas del golfo de Urabá, 2007.⁶⁰

Del estudio del INAT en 1995, sobre caudales mínimos o de sequía se estima, que en el sitio de la estación Barranquillita, el río León se seca completamente una vez en 67 años, mientras que el mínimo promedio que se presenta con un período de retorno de un año es alrededor de 13,9 m³/s.

⁵⁹ COLOMBIA. MUNICIPIO DE TURBO. Plan de Ordenamiento Territorial, 2000. Op Cit.

⁶⁰ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO DE ANDREÍS (INVEMAR) y GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. Atlas del golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Series de publicaciones especiales n° 12. Santa Marta: 2007. 180 páginas. ISBN 978-958-98104-3-9

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 119 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El caudal medio multianual del río León es de 70 m³/s, dato calculado en la estación de Barranquillita (IDEAM). La localización de esta estación se encuentra aguas arriba de la desembocadura, la cual no considera la descarga de afluentes como: Carepa, Chigorodó, Apartadó y Zungo. A continuación se relaciona el cálculo de caudales promedios diarios estimados por Roldán (2008).

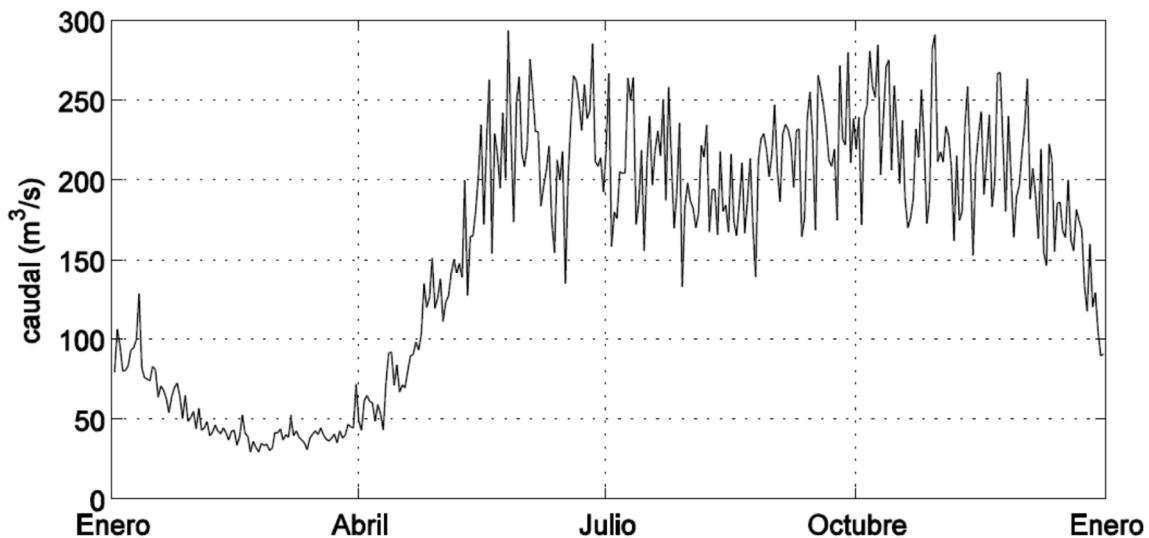


Figura No. 5.33 Ciclo anual de caudales diarios del río León
Fuente: ROLDAN, 2008

Teniendo en cuenta las características del proyecto, en donde el río León será empleado para la captación de aguas superficiales y vertimiento de aguas residuales y a la ausencia de intervención directa sobre sus márgenes, se espera que esta corriente no presente alteraciones en su régimen natural en relación a la temporalidad y áreas de inundación.

❖ Canal Nueva Colonia

El Canal Nueva Colonia fue construido en el año 1974 por la empresa maderera Maderas del Darién, con el fin de transportar el producto de su explotación. A través del tiempo ha sido empleado por diversas empresas para el transporte de productos maderables y frutas (banano de exportación). La primera empresa bananera que utilizó el canal fue Frutera de Sevilla y actualmente el canal es empleado para sacar el producto bananero por empresas como Banacol y Uniban.

La principal fuente de recarga del Canal Nueva Colonia depende del flujo de agua del río León para su operación. La longitud del canal es de aproximadamente 31

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 120 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

km y un tiene un ancho mínimo de 30 m y máximo de 90 m en la desembocadura al río León (Figura No. 5.34).

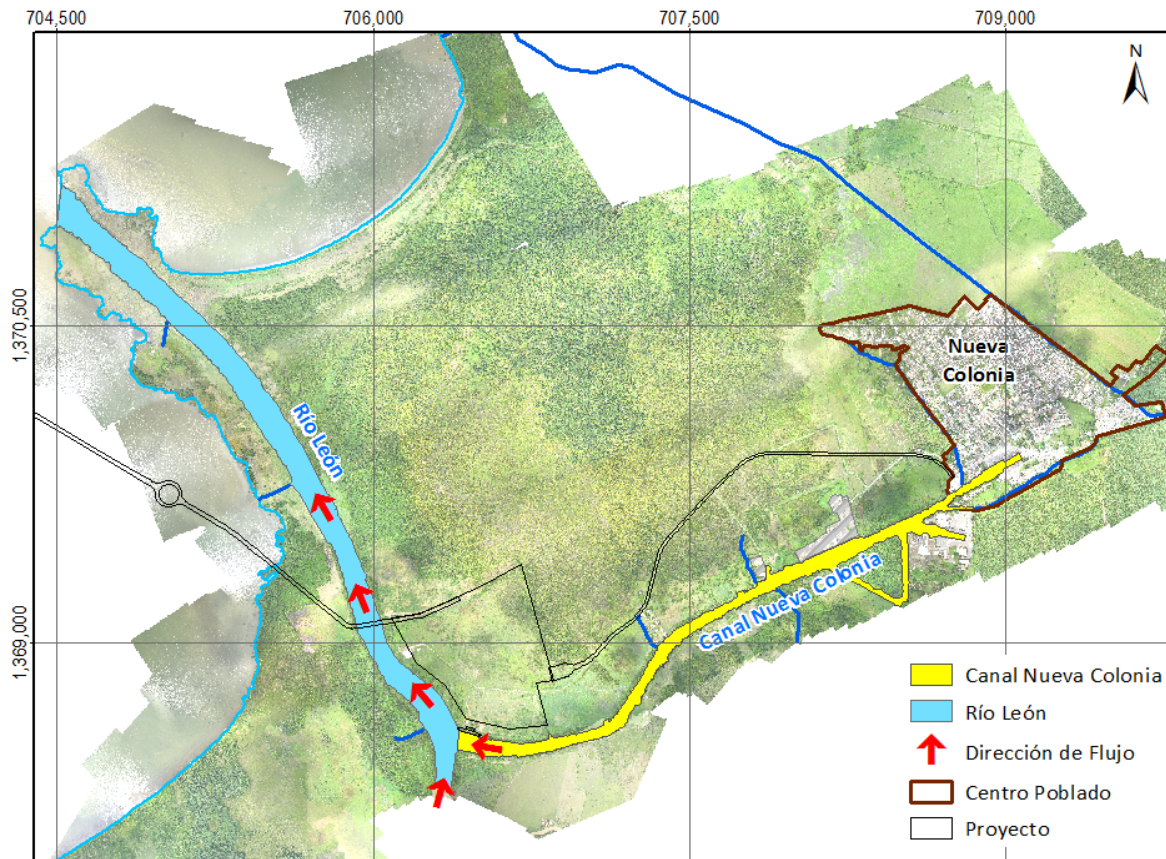


Figura No. 5.34 Canal Nueva Colonia
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

- *Sistemas marinos y costeros*

Los ecosistemas marinos costeros presentes en el área de influencia del proyecto se presentan en el mapa MOD_LA_PTO_ANT_33_Ecosistema.

- *Cuencas hidrográficas*

Como fue mencionado anteriormente, el Golfo de Urabá está compuesto por diversos ríos dentro de los cuales están los principales son el río Atrato, río León, río Suriquí y el río Turbo.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 121 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Como se observa en la Tabla No. 5.13, el río Atrato es el principal afluente de la cuenca del Golfo de Urabá, situado en la margen occidental del Golfo, tiene una longitud de 670 km una cuenca de drenaje de aproximadamente 35.700 km². El caudal medio anual que el Atrato vierte al golfo es de aproximadamente 4.500 m³/s.

El segundo río en importancia por su caudal y navegabilidad es el río León, seguido por el Suriquí, y, con menos caudal, el Turbo, el río Caimán, el Bobal, Necoclí, Guadalito y Currulao.

Durante el periodo menos lluvioso, los ríos reducen su caudal y no drenan fácilmente, debido a la presencia de bermas, y algunos incluso encuentran su desembocadura obstruida, lo que hace que su aporte puede llegar a ser nulo.

El clima determina el volumen de precipitaciones que reciben las cuencas de los ríos que desembocan en el Golfo de Urabá, lo que influye directamente en el caudal de los mismos y en el aporte del material terrígeno que decanta en el Golfo de Urabá y en Bahía Colombia.

Debido a la ubicación y característica del proyecto, solo se encuentra una cuenca vinculada al área de influencia, la cual está relacionada con la cuenca del río León. En el mapa MOD_LA_PTO_ANT_18_Hidrologia puede observarse la ubicación y distribución de dicha cuenca.


- *Complejos de Humedales, Pantanos y Manglares*

En el área de influencia del proyecto y áreas directas de intervención no hay presencia de Humedales o Pantanos. Sin embargo, cabe resaltar que durante época de lluvia pueden presentarse zonas o áreas anegables.

A nivel regional se encuentra declarada la Zona de Reserva Protectora de los humedales entre los ríos León y Suriquí, ubicada en el golfo de Urabá, al noroccidente del departamento de Antioquia. En cuanto a Manglares, se identificó el ecosistema de Manglar denso alto del Halobioma del Caribe, representada en 6,98 Ha del área de influencia (ver numeral 5.2).

- *Áreas de inundación*

De acuerdo a los resultados de la caracterización geomorfológica, el área de influencia del proyecto se encuentra enmarcada en las planicies aluviales inundables del río León, la superficie tiene una topografía plana, muy baja, mal drenada y además está afectada por las fluctuaciones diarias de las mareas, cuyo

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 122 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

relieve local no sobrepasa un metro, como resultado de la acumulación de los sedimentos de edad reciente que han sido transportados por los drenajes que corren por el flanco occidental de la Serranía de Abibe,

Las características mencionadas anteriormente, hacen que esta zona sea susceptible a inundaciones por una creciente del río León, lo cual sumado a una marea alta podría incrementar las probabilidades de inundación. Para el caso del proyecto, se considera como una amenaza media, puesto que el predio donde se construirán las instalaciones se encuentra separado del río León por la presencia de un dique alto que lo protege de las posibles inundaciones. En las áreas adyacentes a la costa así como a los drenajes naturales y artificiales se asignó una amenaza alta por inundación (ver numeral 5.1.2).

Adicionalmente, la región de Urabá, de acuerdo al análisis de vulnerabilidad y Susceptibilidad del territorio frente al Cambio Climático presentado en el sistema de información de alertas tempranas (Figura No. 5.35- Tremarctos)⁶¹, se encuentra en un área susceptible a inundaciones.

⁶¹ RODRÍGUEZ-MAHECHA, J.V., ARJONA-HINCAPIÉ, F., MUTO, T., URBINA-CARDONA, J.N., BEJARANO-MORA, P., RUIZ-AGUDELO, C., DÍAZ GRANADOS, M.C., PALACIOS, E., MORENO, M.I., GÓMEZ, A. y. GEOTHINKING LTDA. 2015. Ara Colombia. Sistema de Información Geográfica para el Análisis de la Gestión Institucional Estatal (Módulo OtusColombia) y la Afectación a la Biodiversidad Sensible y al Patrimonio Cultural (Módulo Tremarctos-Colombia). Versión 2.0 (28; 01; 2013) Conservación Internacional-Colombia & Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Sistema de información en línea disponible en <http://www.tremarctoscolombia.org/> [Citado el 13 de octubre de 2015].

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 123 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

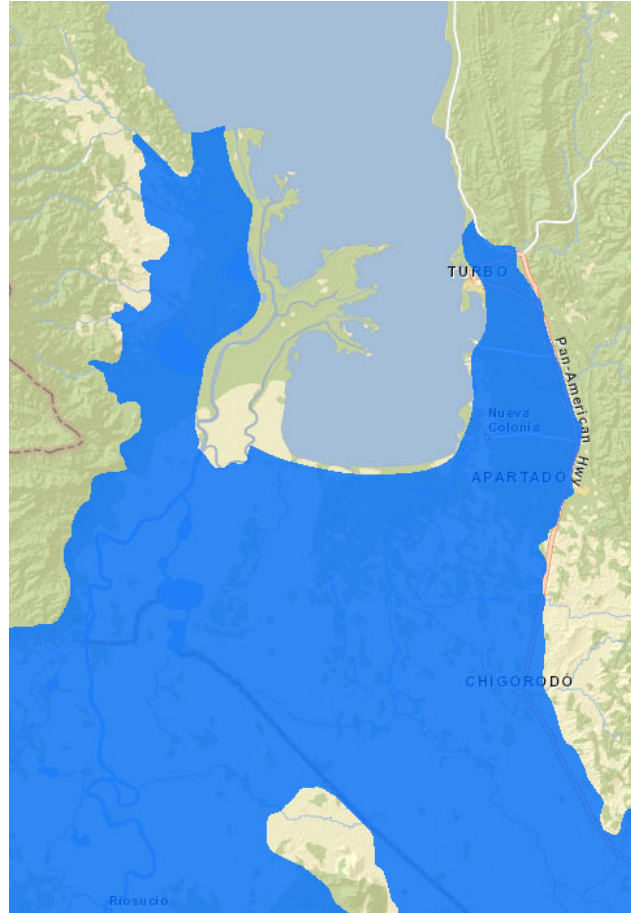




Figura No. 5.35. Áreas susceptibles a inundación en el Golfo de Urabá
Fuente: Tremarctos⁶²

- *Cambios de salinidad y distancia de penetración de la cuña salina*

La cuña salina se define como la masa de agua salada de gran longitud con sección en forma de cuña, que entra de forma permanente o temporal hacia tierra adentro, desplazando al agua dulce. El agua dulce se encuentra en la capa superficial formando una capa delgada, la mezcla de se restringe a una capa delgada de transición entre el agua dulce (superficial) y la cuña salada del fondo.

⁶² Cit. Op.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 124 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El PHN⁶³ indica que la geometría de la cuña salina depende de la morfología del cauce, del caudal circulante y del nivel del mar

La presencia de uña salina puede presentar diferentes consecuencias ambientales. Éstas pueden en aguas eutróficas, con exceso de algas, producir, entre otros efectos adversos, la anoxia (agotamiento del oxígeno) del fondo, provocando así la asfixia de los animales y limitando la vida a bacterias y algunos organismos muy resistentes a la falta de oxígeno (Ibáñez et al., 1999⁶⁴). Mientras que en aguas no eutróficas, la presencia de la cuña salina se trata de un fenómeno natural del que no cabe esperar un perjuicio por salinización de las tierras agrícolas adyacentes. Adicionalmente, la cuña salina puede afectar acuíferos costeros cuya consecuencia es la inutilidad del recurso para consumo humano.

En el marco del estudio realizado por Álvarez⁶⁵, se realizaron tres (3) campañas donde se midieron diferentes variables oceanográficas incluyendo perfiles de salinidad en el delta del río León (Figura No. 5.36 y Figura No. 5.37).

⁶³ PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL –PHN. 2000. Análisis ambientales. Madrid, Septiembre de 2009. 266 pp

⁶⁴ IBAÑEZ, C.N., PRAT A., CANICIO A., CURCÓ. 1999. El delta del Ebro, un sistema amenazado. Coagret. Bakeaz, Bilbao. 1999

⁶⁵ ÁLVAREZ SILVA, O. A. 2011. Modelación morfodinámica de desembocaduras a escala intra-anual. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ingeniería de Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas, Escuela de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín, Colombia. 135 pp

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 125 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

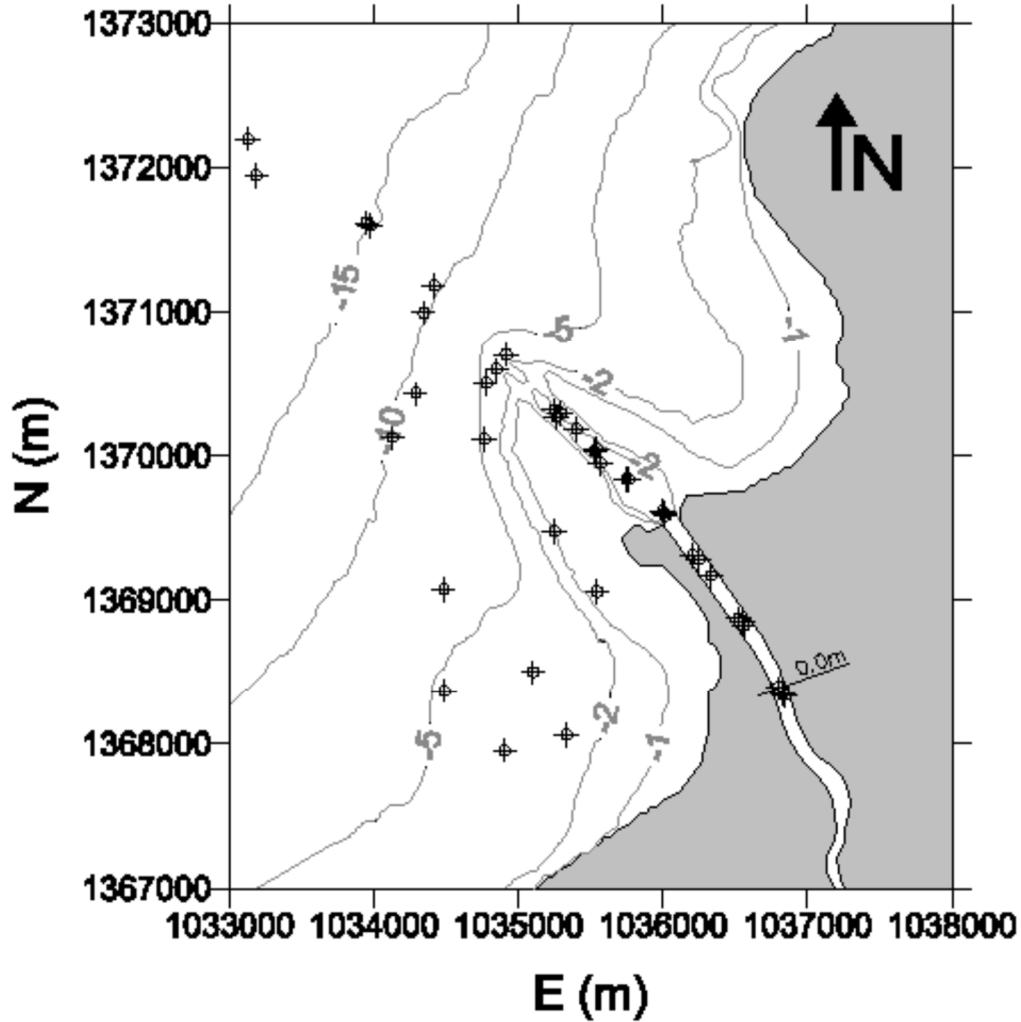


Figura No. 5.36. Distribución espacial de los perfiles medidos en el delta del río León
Fuente: Álvarez, 2011

A continuación se presentan los resultados de estas campañas en términos de influencia de la cuña salina:

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 126 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Durante la primera campaña, realizada en época seca, la haloclina se encuentra a una profundidad estimada de 10 m, además se presentó un fuerte gradiente vertical de salinidad, pasando de salinidades inferiores a 5 a valores que alcanzan 35 a en menos de un metro de profundidad.
- La segunda campaña, correspondiente época húmeda, la haloclina se presenta a menores profundidades (0 a 5 m), la salinidad presentó valores medidos en superficie entre 15 y 20. Adicionalmente, estas mediciones determinaron que la cuña salina alcanza a ingresar al prodelta de la desembocadura pero no hasta el río.
- La tercera campaña presentó valores y un comportamiento de la salinidad similares a los encontrados durante la primera campaña.

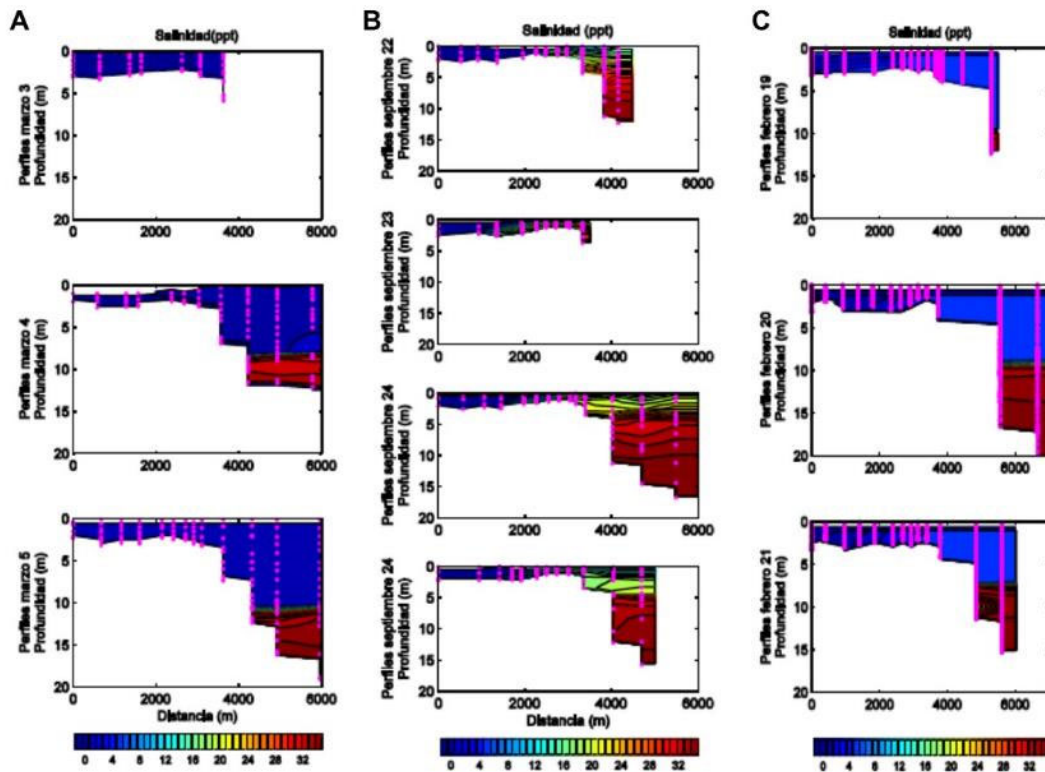


Figura No. 5.37. Mediciones de salinidad en el delta del río León. A. época seca B. época húmeda. C. época seca
 Fuente: Alvarez, 2011

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 127 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

5.1.6 Calidad del agua

Sobre el río León se ubicaron las estaciones A1 y A2. La estación A1 se ubicó aguas abajo de la desembocadura del Canal Nueva Colonia al Río León y la estación A2 aguas abajo del puente que se construirá sobre el río León el cual hace parte de la conexión del viaducto de la terminal en tierra y la terminal en agua.

- Estaciones de muestreo de calidad del agua y sedimentos continentales

Se presenta en la Tabla No. 5.14 las coordenadas planas Magna Sirgas origen Bogotá de las estaciones de muestreo definidas para el análisis de la calidad del agua y sedimentos continentales en el área de estudio del Proyecto y en la Figura No. 5.38 se presenta la localización de dichas estaciones, para más detalle ver el mapa MOD_LA_PTO_ANT_19_AguaSedimento.

Tabla No. 5.14 Ubicación de las estaciones de muestreo calidad del agua y sedimentos continentales

ID	Nombre Estación	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
		ESTE	NORTE
A1	Estación aguas arriba del río León	706,327.33	1,368,671.49
A2	Estación agua abajo del río León	705,956.74	1,369,095.03

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 128 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

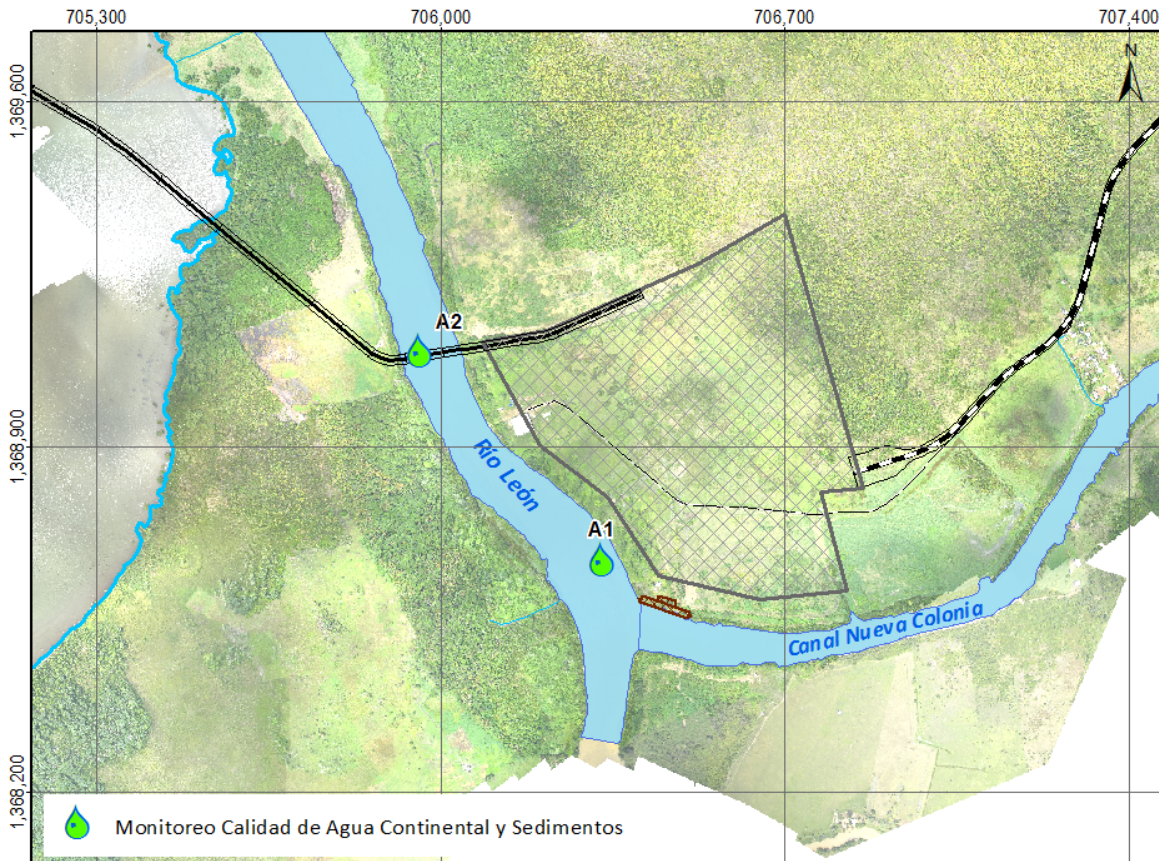


Figura No. 5.38 Localización de las estaciones de muestreo de calidad del agua y sedimentos continentales

Fuente: elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

- Resultados obtenidos de la calidad del agua continental

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados para la caracterización del cuerpo de agua que podrá ser afectado con el desarrollo del proyecto, corresponden a los establecidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado (M-M-INA-05)66.

66 COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución no. 0112 (28, enero, 2015). Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado y se toma otras determinaciones. Bogotá D.C., 2015. 103 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 129 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

A continuación se presentan los resultados de los parámetros que se registraron In Situ y los evaluados en el laboratorio.

❖ Resultados de los parámetros in situ

En la Tabla No. 5.15 se presenta los resultados de los parámetros que se registraron in situ para las estaciones ubicadas en el río León.

Tabla No. 5.15 Resultados de medición de parámetros in situ – Agua continental

Punto de Muestreo	pH (unidades)	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad, ms/cm	% de Saturación de oxígeno
A1	5,45	27,8	5,27	0,425	67,0
A2	5,69	28,0	3,23	0,283	41,2

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Resultados analizados en el laboratorio

En la Tabla No. 5.16 se presenta los resultados de los parámetros que se analizaron en el laboratorio para las estaciones ubicadas en el río León.

Tabla No. 5.16 Parámetros analizados en el laboratorio – Agua Superficial

Parámetros	Resultados	
	A1	A2
Acidez, mg CaCO ₃ /L	11	15
Alcalinidad, mg CaCO ₃ /L	66	73
Color Verdadero, UPC	20	24
Demanda Bioquímica de Oxígeno, mg O ₂ /L	<2	191
Demanda química de Oxígeno, mg O ₂ /L	<10	319
Dureza Cálcica, mg CaCO ₃ /L	44	194
Dureza Total, mg CaCO ₃ /L	115	439
Fenoles Totales, mg Fenol /L	<0,075	<0,075
Fosforo Total, mg P/L	2,24	13,4
Grasas y Aceites, mg GyA/L	<0,8	<0,8
Nitrógeno Total , mg N/L	<5,16	<5,16
Sólidos Disueltos Totales ,mg SDT/L	176	148
Sólidos Sedimentables ,ml/L	2,0	0,20
Sólidos Suspendidos Totales, mg SST/L	743	17200
Turbiedad, NTU	159	1490

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 130 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Parámetros	Resultados	
	A1	A2
Coliformes Totales ,NMP/100 ml	73800	703000
<i>Escherichia Coli</i> , NMP/100 ml	7400	75000
Bario Total, mg Metal/L	0,243	2,85
Cadmio Total, mg Metal/L	<0,002	0,002
Cobre Total, mg Metal/L	0,044	0,489
Cromo Total, mg Metal/L	0,014	0,12
Mercurio Total, mg Metal/L	<0,00027	<0,00027
Níquel Total, mg Metal/L	0,016	0,143
Plata Total, mg Metal/L	<0,0004	<0,0004
Plomo Total, mg Metal/L	0,005	0,045
Selenio Total, mg Metal/L	0,005	0,027
Arsénico Total, mg Metal/L	<0,010	<0,010
Zinc Total, mg Metal/L	0,26	1,51

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

- **Análisis de resultados de la calidad del agua continental**



A continuación se realiza un análisis de los parámetros fisicoquímicas y bacteriológicos registrados in situ y en el laboratorio para las estaciones sobre el río León denominadas A1 y A2, las cuales fueron ubicadas aguas abajo de la confluencia del Canal Nueva Colonia con el río León, siendo estas áreas las más cercanas a las obras que construirá el proyecto.

❖ **Potencial de hidrógeno – unidades de pH**

Las aguas del río León presentaron un carácter ligeramente acida, determinado esto por los valores reportados para pH correspondientes a 5,45 Unidades en el punto A1 y 5,69 Unidades en A2, asociado esto con la presencia de bicarbonatos, que por sus características anfóteras pueden actuar como sustancia acida o básica.

En cuanto al cumplimiento del Decreto 1076 de 201567, los valores reportados se encuentran dentro de los rangos establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3 (Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y

67 COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Sección 3 Criterios de calidad para destinación del recurso. Bogotá D.C., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 131 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

doméstico) y 2.2.3.3.9.5 (Criterios de calidad para uso agrícola); sin embargo se encuentra por fuera de los rangos establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.4 (Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico) y 2.2.3.3.9.10 (Criterios de calidad para preservación de flora y fauna). (Ver Figura No. 5.39).

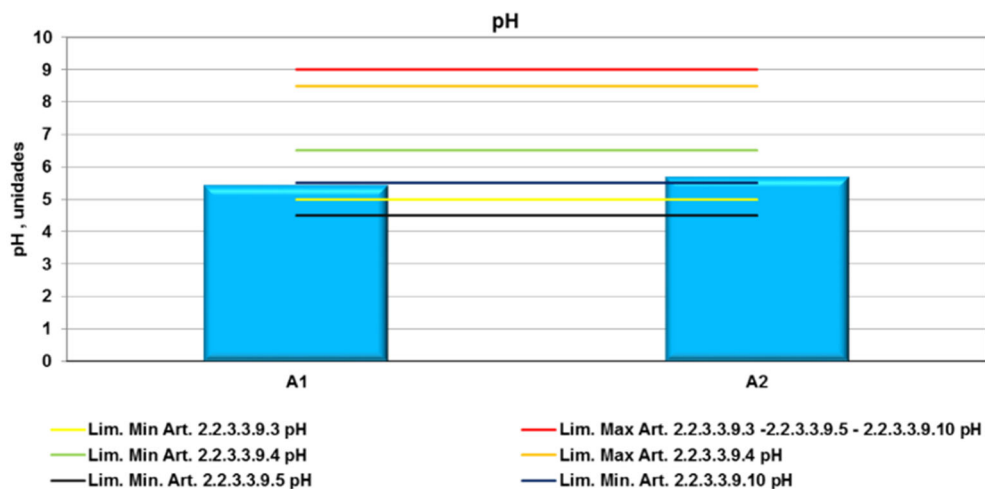




Figura No. 5.39 Comportamiento potencial de Hidrógeno – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Temperatura (°C)

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando los sólidos disueltos y disminuyendo los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10), aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada “in situ”⁶⁸.

La temperatura del agua del río León, presentó un comportamiento estable ya que no se presentaron grandes diferencias en los puntos monitoreados, registrando

68 AZNA JIMENEZ, A. Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas, 2000. [En línea] <<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>> [consultado el 10, Abril, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 132 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

27,8°C y 28,0°C, A1 y A2 respectivamente, descartándose pocas alteraciones térmicas que pudieran incrementar la temperatura del agua. Los valores reportados se asocian con la posición geográfica de los puntos de monitoreo, en cuanto al cumplimiento normativo el Decreto 1076 de 201569 no establece un límite de cumplimiento para la destinación del recurso (ver Figura No. 5.40).

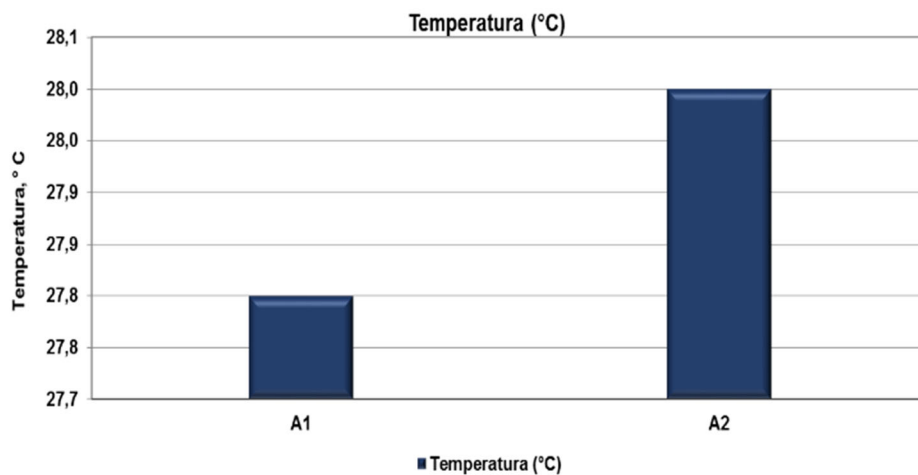



Figura No. 5.40 Comportamiento Temperatura – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Oxígeno Disuelto

El Oxígeno Disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos, así como para otras formas de vida, es una medida de la capacidad del agua para sostener vida acuática; esta variable es necesaria para medir y controlar los niveles de oxígeno, conocer la supervivencia de las especies y los procesos biológicos de producción. Las reducciones por debajo del porcentaje de saturación generan efectos negativos sobre la biodiversidad, el crecimiento, la reproducción y la actividad de éstas especies. El oxígeno disuelto determina si en los procesos de degradación dominan los organismos aerobios o los anaerobios, lo que marca la capacidad del agua para llevar a cabo procesos de auto purificación⁷⁰.

69 COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Op Cit.
70 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES DE ANDREIS – INVEMAR. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos. Ed. Precolombi. Santa Marta, 2003.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 133 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Las concentraciones de oxígeno disuelto del río León, presentó un comportamiento variable, puesto que la estación A1 registró una concentración de 5,27 mg/L, registrándose un valor más bajo en el punto A2 correspondiente a 3,23 mg/L que corresponde a una diferencia del 38,7%, indicando este último posible afectaciones por altas concentraciones de materia orgánica que pudieran consumir el oxígeno disuelto del agua. El Decreto 1076 del 200571 en el Artículo 2.2.3.3.9.10 para la destinación del recurso para la preservación de flora y fauna establece un valor mínimo de 4,0 mg/L, encontrándose la estación A1 en cumplimiento normativo, caso contrario con respecto a la estación A2, la cual presentó concentraciones por debajo de la norma. Concentraciones de oxígeno disuelto inferiores a 5 mg/L pueden ser incapaces de sostener la vida de peces en cuerpos de agua superficiales (ver Figura No. 5.41).

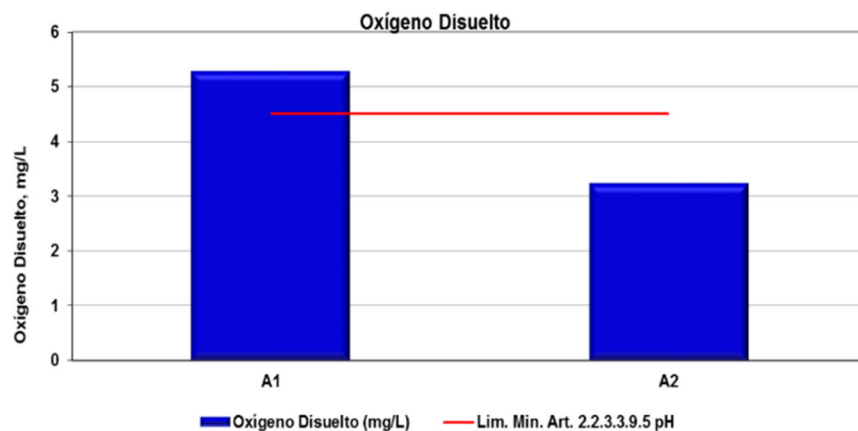




Figura No. 5.41 Comportamiento Oxígeno Disuelto – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

El porcentaje de saturación es la cantidad de oxígeno disuelto del agua comparada con la cantidad máxima que pueda estar presente a la misma temperatura, el Porcentaje de Saturación del Oxígeno Disuelto depende de la temperatura del agua y la elevación del sitio donde se toma la muestra de agua⁷².

La estación de muestreo A1 obtuvo un porcentaje de saturación de 67,0%, en cuanto a la estación A2 el porcentaje fue inferior, en donde el porcentaje de saturación tiene un comportamiento directamente proporcional a la concentración de oxígeno disuelto, en donde la estación A2 presentó baja concentración de

⁷¹ Ibíd.

⁷² GARCIA, N. M. Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de la contaminación del balneario hurtado . Bucaramanga, 2010.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 134 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

oxígeno y por consiguiente se determinó un porcentaje bajo de saturación de 41,2%. En el Decreto 1076 de 2015⁷³ no establece un valor de referencia en los artículos mencionados anteriormente, sin embargo saturaciones inferiores al 80% pueden implicar alteraciones organolépticas del agua⁷⁴ (ver Figura No. 5.42).

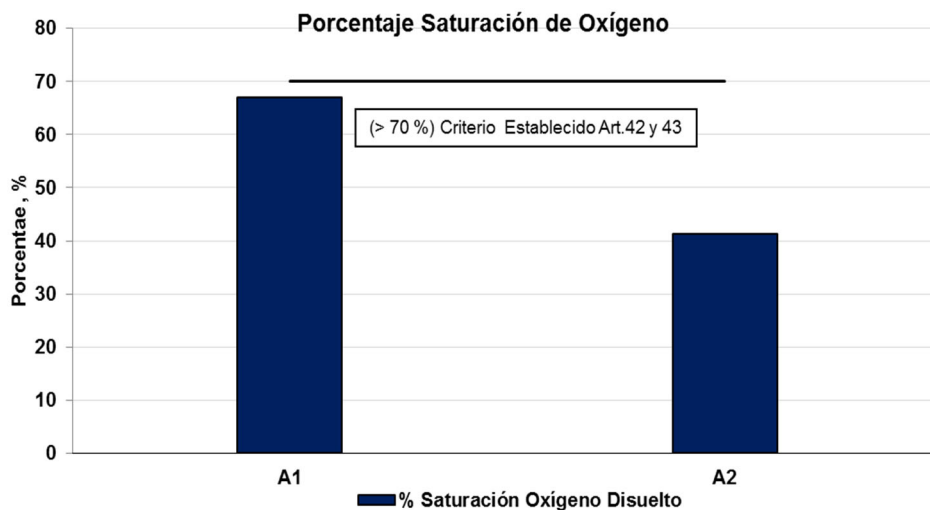


Figura No. 5.42 % Saturación de Oxígeno Disuelto – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Conductividad

Al determinar la Conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, el cual es una medida indirecta de la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio)⁷⁵.

Es importante mencionar que cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad, y por ello el valor de la conductividad es muy usado

73 COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Op Cit.

74 RODIER, J. Análisis del Agua. Omega. 2009.

75 GOYENOLA, Guillermo. Guía para la utilización de las Valijas Viajeras- Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos-RED MAPSA., 2007.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 135 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

en el análisis de aguas para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos⁷⁶.

De acuerdo con los resultados presentados para el río León, se determinó un grado de mineralización “media acentuada”⁷⁷ en las estaciones muestreadas, debido a la conductividad determinada, correspondiente a 0,425 mS/cm y 0,283 mS/cm, en A1 y A2 respectivamente, indicando esto la presencia de iones disueltos, cloruros y sulfatos principalmente, que incrementan la capacidad de conducir corrientes eléctricas en el agua. El Decreto 1076 de 2015⁷⁸ no presenta regulaciones para este parámetro.

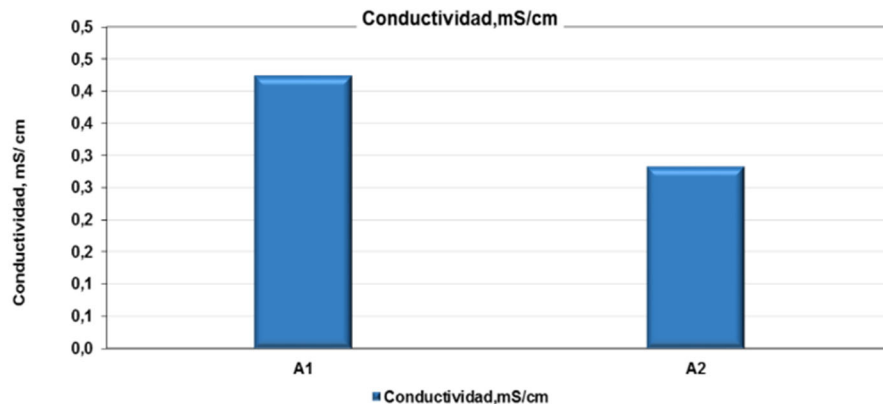


Figura No. 5.43 Comportamiento Conductividad – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Acidez Total y Alcalinidad Total


La acidez de una muestra de agua es su capacidad para neutralizar bases; la alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos. En las aguas naturales, las fuentes principales de acidez son el dióxido de carbono proveniente de la atmosfera y de la oxidación bacteriana de la materia orgánica, la acidez mineral de los residuos industriales y drenaje de las minas y de las lluvias ácidas⁷⁹.

⁷⁶ ROMERO, J. Parámetros Físicoquímicos. En ROMERO, J. Tratamiento de aguas Residuales. Bogota., 2009

⁷⁷ RODIER, J. 2009. Op Cit.

⁷⁸ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Op Cit.

⁷⁹ HENRY J. GLYNN. y HEINKE GARY. W., Ingeniería Ambiental. Prentice Hall, México, 1999. 800 p

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 136 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

De acuerdo con los resultados para el río León, la Alcalinidad Total reportó valores de 66 mg CaCO₃/L y 73 mg CaCO₃/L, para las estaciones A1 y A2, respectivamente. Las sustancias acidas se encontraron presentes en menor proporción con respecto a la alcalinidad reportando para la Acidez Total 11 mg CaCO₃/L en la estación A1 y 15 mg CaCO₃/L en la estación A2, ver la Figura No. 5.44.

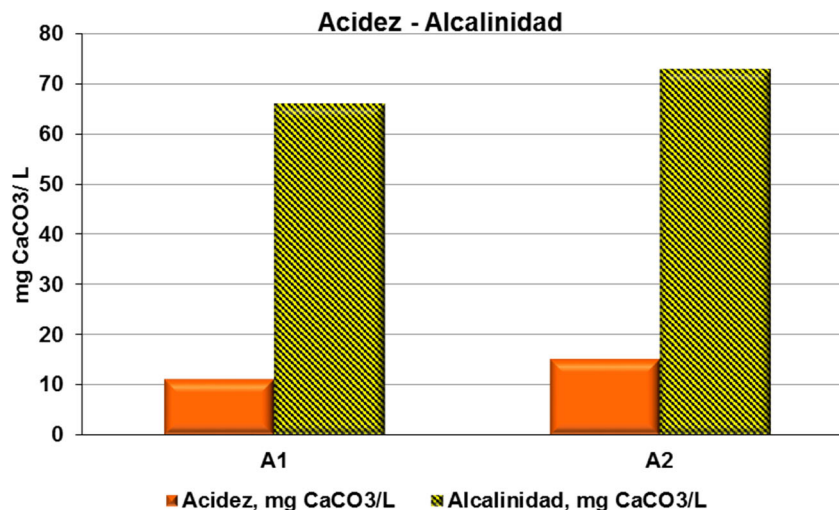


Figura No. 5.44 Comportamiento Acidez y Alcalinidad– Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Dureza Total y Dureza Cálcica

Se registraron concentraciones importantes para el parámetro Dureza Total en las muestras del agua del río León, atribuyendo esto a una clasificación “moderadamente dura” (75 –150 mg CaCO₃/L) y “muy dura” (150 – 300 mg CaCO₃/L)⁸⁰, en donde se presentaron concentraciones en las estaciones A1 y A2 de 115 mg CaCO₃/L y 439 mg CaCO₃/L, respectivamente. En cuanto a la Dureza Cálcica sus concentraciones fueron de 44 mg CaCO₃/L (A1) y 194 mg CaCO₃/L (A2), asociado esto con la presencia de sales de calcio y magnesio, bicarbonatos principalmente, además del Bario y estroncio debido a la cercanía con el mar (ver Figura No. 5.45). Por otro lado, no se realizó comparación con la normatividad

⁸⁰ ROMERO, 2009. Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 137 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

colombiana, ya que no se establecen límites de referencia para la Dureza Total y Cálctica de acuerdo con lo emitido en el Decreto 1076 de 2015.

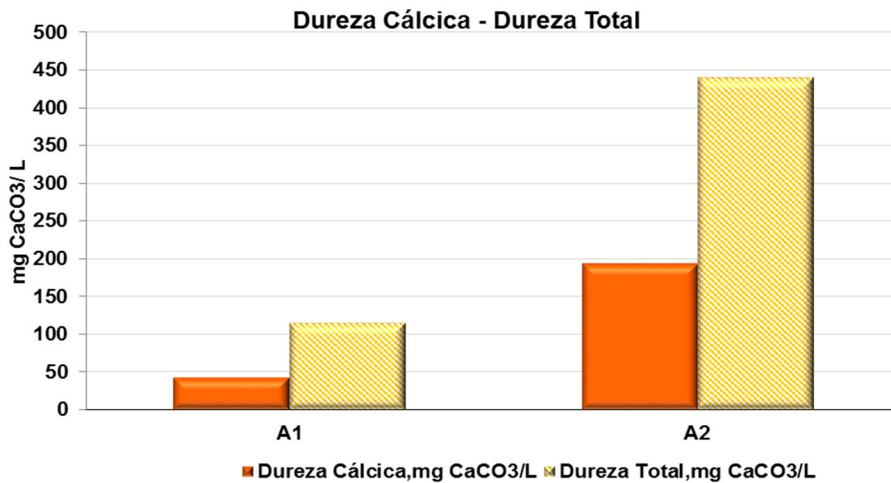


Figura No. 5.45 Comportamiento Dureza Cálctica y Dureza Total – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Color verdadero

En cuanto a aspectos físicos del agua, presentó una coloración amarilla parda; el análisis de Color Verdadero determino valores de 20 y 24 UPC, para las estaciones A1 y A2 respectivamente (Ver Figura No. 5.46).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 138 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

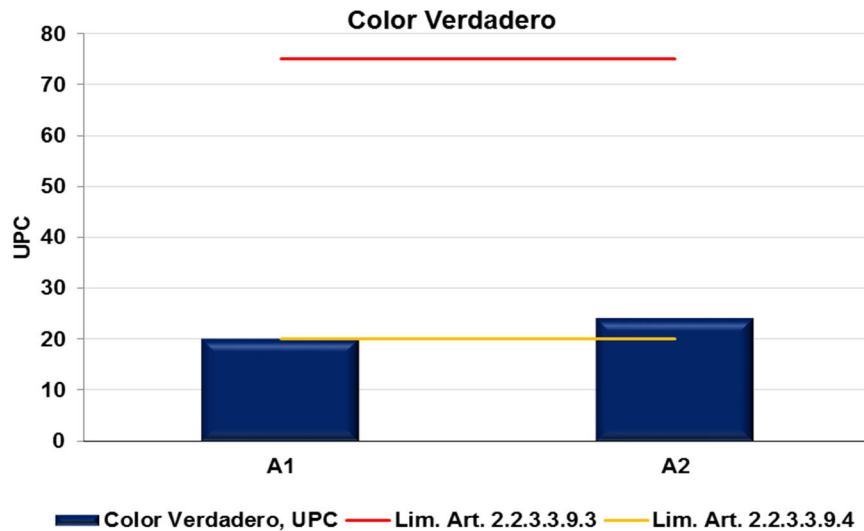




Figura No. 5.46 Comportamiento Color Verdadero – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Turbiedad y Sólidos Suspendidos Totales

La Turbidez es producida por materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos. Incide directamente en la productividad y el flujo de energía dentro del ecosistema. La turbiedad define el grado de opacidad producido en el agua por la materia particulada en suspensión. Debido a que los materiales que provocan la turbiedad son los responsables del color, la concentración de las sustancias determina la transparencia del agua puesto que limita el paso de luz a través de ella⁸¹.

Con relación a los resultados en el río León, la Turbiedad se ubicó en 159 en el NTU siendo muy baja en comparación a la estación A2 para el cual se determinó un valor de 1490 UPC, asociado esto con las concentraciones de Sólidos Suspendidos Totales correspondientes a 743 y 17200 mg/L, en las estaciones A1 y A2 respectivamente, asociado esto con el arrastre de sedimentos por la fuerza de la corriente del río, arcillas y limos principalmente. Se afirma esto teniendo en

81 ROLDAN G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín. 2003

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 139 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

cuenta que los sólidos suspendidos disminuyen la transparencia del agua por permanecer suspendidos debido a repulsiones electrostáticas (ver Figura No. 5.47).

Es de mencionar, que durante el muestreo realizado sobre el río León, en la estación A2 (aguas abajo del río) se estaba ejecutando la actividad del dragado de mantenimiento sobre el río con el fin de garantizar la navegabilidad para las embarcaciones bananeras que transitan hacia el fondeadero en Bahía Colombia en el Golfo de Urabá, razón por la cual, se puede asociar las variaciones en las concentraciones tanto de sólidos suspendidos totales como de la turbidez con respecto a la estación A1 la cual estaba ubicada aguas arriba de la estación A2.

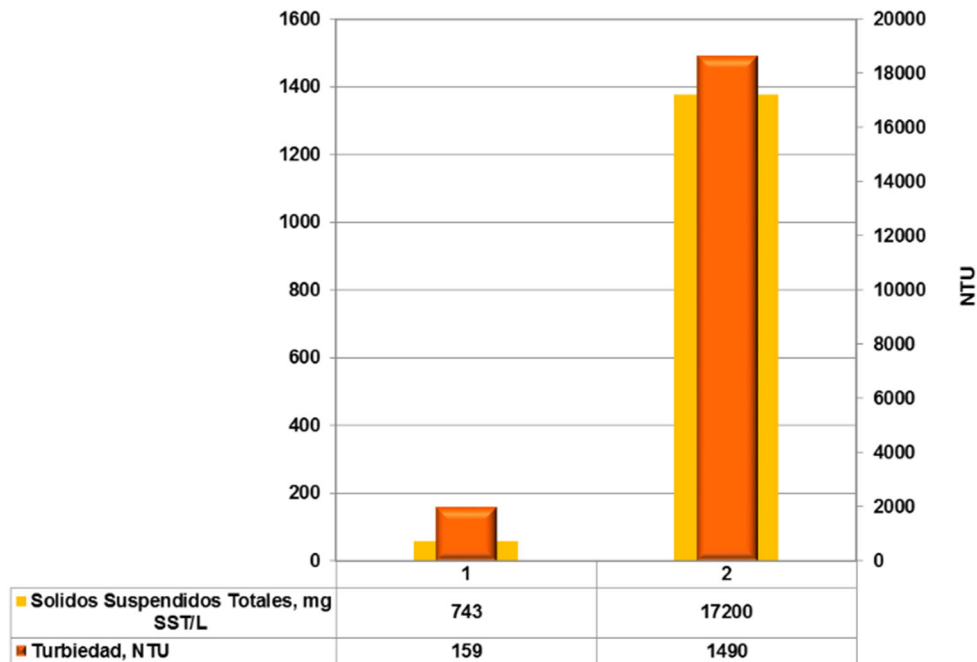




Figura No. 5.47 Comportamiento de la Turbiedad y los SST – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Sólidos Sedimentables y Sólidos Disueltos Totales

Los sólidos Sedimentables reportaron concentraciones bajas; 2,0 ml/L en la estación A1 y 0,2 ml/L en la estación A2. En lo que respecta a los sólidos suspendidos se evidencia una notable diferencia donde la estación A2 registró la concentración más alta (17200 mg/L) en comparación con la concentración registrada en la estación A1 el cual obtuvo 743 mg/L. Finalmente con referencia a los Sólidos Disueltos Totales la concentración más alta la registró la estación A1

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 140 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

con (176 mg/L), mientras que la estación A2 registró una concentración de 148 mg/L (ver Figura No. 5.48).

Adicionalmente, como se mencionó en el ítem anterior, durante el muestreo de calidad de agua en la estación A2 se evidenció cerca al sitio la ejecución de actividades de dragado sobre el río León, razón por la cual, se puede relacionar la diferencia de concentraciones en ambas estaciones.

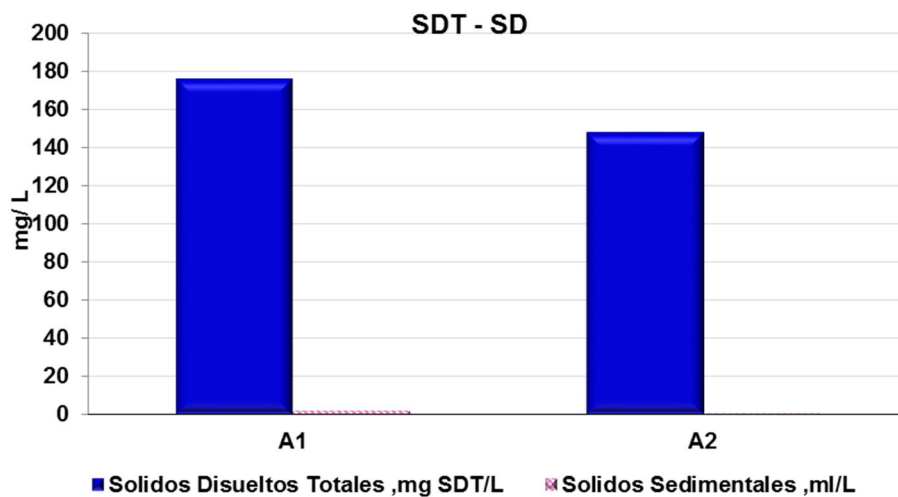



Figura No. 5.48 Comportamiento de los SS y SDT – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Fenoles Totales y Grasas y Aceites

Las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal. Algunas de sus características más representativas son baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad. Por ello, si no son controladas se acumulan en el agua formando natas en la superficie del líquido. Su efecto en las aguas naturales se debe a que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. No permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles de oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar. Las principales fuentes aportadoras de grasas y

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 141 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

aceites son los usos domésticos, talleres automotrices y de motores de lanchas y barcos, industria del petróleo, rastros, procesadoras de carnes y embutidos e industria cosmética⁸².

De acuerdo con los resultados obtenidos para el río León, en cuanto a parámetros orgánicos, los compuestos fenoles totales, Grasas y Aceites reportaron concentraciones menores al límite de detección de la técnica analítica empleada, indicando que las concentraciones de estos compuestos son bajas, la cuales presentaron concentraciones inferiores a <0,075 mg/L para los fenoles totales y <0,8 mg/L para las grasas y aceites.



❖ **Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La demanda biológica de oxígeno, también denominada demanda bioquímica de oxígeno, (DBO) se define usualmente como la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias durante la estabilización de la materia orgánica susceptible de descomposición. La prueba de DBO se utiliza para determinar el poder contaminante de los residuos domésticos e industriales, en términos de cantidad de oxígeno que requieren si son descargados a las corrientes de agua en las que existen condiciones aeróbicas.

La Demanda Química de Oxígeno es la cantidad de oxígeno necesario para descomponer químicamente la materia orgánica e inorgánica. Se usa a menudo para medir los contaminantes en las aguas naturales y residuales y para evaluar la fuerza de desechos tales como aguas residuales municipales e industriales.

De acuerdo con los resultados del muestreo, la Demanda Química de Oxígeno (DQO), reportó para la estación A1 un valor inferior a 10 mg/L el cual es el límite mínimo de detección de la técnica, caso contrario se presentó en la estación A2 donde el valor de este parámetro fue de 319 mg O₂/L. La DBO₅ mostro el mismo comportamiento reportando <2 mg O₂/L en la estación A1 y 191 mg O₂/L en la estación A2, lo que puede atribuirse a altas concentraciones de compuestos orgánicos fácilmente biodegradables así como compuestos orgánicos que requieran oxidación por medio de sustancias químicas (ver Figura No. 5.49). Las variaciones de las concentraciones en ambas estaciones se pueden asociar a la resuspensión de sedimentos por la actividad de dragado en el río León en el sector de la estación A2, lo que puede generar aumento en los contaminantes en la columna de agua.

⁸² ARCE A. L., Serie Autodidactica de medición de la calidad de agua. La Gerencia de Recaudación y Control de la Subdirección General de Administración del Agua. México, 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 142 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

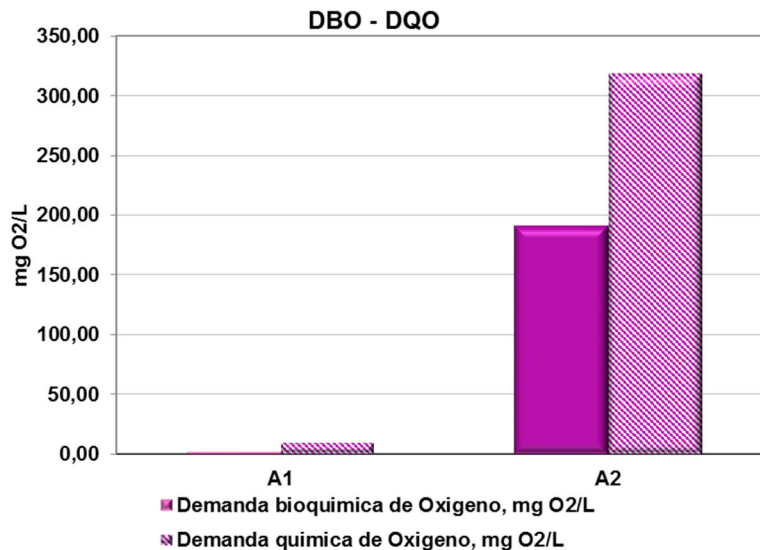



Figura No. 5.49 Comportamiento DBO5-DQO– Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Fosforo Total

El fósforo es un componente esencial del ciclo biológico en los cuerpos de agua y generalmente, es el agente limitante del crecimiento de las algas y plantas acuáticas en humedales de agua dulce, por lo que su concentración sirve de criterio para reconocer un problema de eutrofización de lagos, lagunas o ríos y para definir el estado eutrófico de un cuerpo de agua⁸³.

Las concentraciones de fosforo total reportados, en la estación A1 fue de 2,24 mg /L y en la estación A2 de 13,4 mg /L (ver Figura No. 5.50), posiblemente relacionado a las actividades agrícolas que se presentan en la zona las cuales emplean fertilizantes, en donde dichos contaminantes de fosforo que se encuentra ligado a las partículas del suelos son arrastrados por medio de la escorrentía.

83 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. En Revista de Biología tropical., 1999.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 143 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

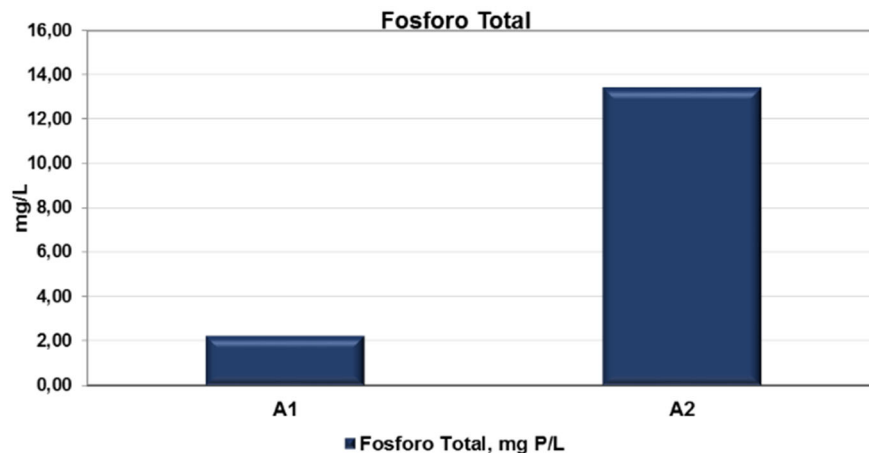




Figura No. 5.50 Comportamiento Fosforo Total – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ **Coliformes totales y fecales**

El análisis de las bacterias Coliformes Totales y *Escherichia Coli* determinó poblaciones elevadas de estos microorganismos en las estaciones muestreadas, siendo esto un indicador de contaminación fecal reciente, ya que *Escherichia Coli* se encuentra presente en el tracto digestivo de animales de sangre caliente y seres humanos.

En la Figura No. 5.51 se presentan las poblaciones determinadas para estas dos bacterias en las estaciones sobre el río León, en donde la estación A2 presentó concentraciones más elevadas con respecto a la estación A1. En la estación A1 presentó una concentración de coliformes totales de 73.800 NMP/100ml y 703.000 NMP/100ml para la estación A2, de igual forma los coliformes fecales son mayores en la estación A2, con concentraciones de 75.000 NMP/100ml (A2) y 7.400 NMP/100ml (A1), lo que indica que las aguas del río León presenta contaminación por vertimiento de aguas domésticas no tratadas, lo cual es coherente ya que en el río León es receptor de las descarga de los ríos Porroso, Juradó en Mutata, Guapá en Chigorodó, Carepa, Vijagual, Zungo, Apartado y Grande en cuyas terrazas se desarrolla la agricultura comercial de exportación y se generan las mayores descartas de desechos domésticos provenientes de los asentamientos humanos.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 144 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Con respecto al cumplimiento normativo colombiano el Decreto 1076 del 201584 los Coliformes Totales superaron los valores establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.3 con un límite de 20.000 NMP/100ml (Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico), en el Artículo 2.2.3.3.9.4 con un límite de 1.000 NMP/100ml (Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico) y en el Artículo 2.2.3.3.9.5 tienen un límite de 5.000 NMP/100ml (Criterios de calidad para uso agrícola), lo que indica que este tipo de agua requiere más que un tratamiento convencional y desinfección para ser destinada para consumo humano y para el uso agrícola no podrá realizar riego directo para frutas que se consuman sin quitar la cascara y para hortalizas de tallo corto. Para el Artículo 2.2.3.3.9.10 (criterio de calidad para preservación de flora y fauna) no existe límite para este parámetro, lo que indica que se puede destinar el recurso para este uso.

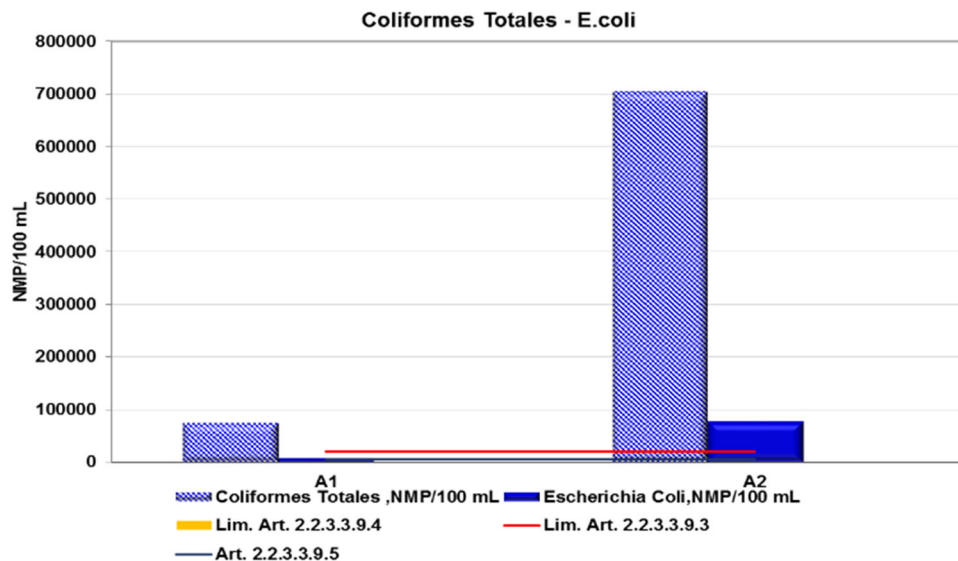



Figura No. 5.51 Comportamiento Coliformes totales y E coli – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Trazas de Metales pesados

En muchos tipos de aguas, los Metales son constituyentes importantes, algunos se encuentran catalogados como sustancias contaminantes, pero varios de ellos son de gran importancia para el desarrollo normal de los ecosistemas, así como del crecimiento de algas.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 145 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Unos de los componentes químicos potencialmente más tóxicos son Sb, As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Se y Zn, cuyo aporte al ciclo hidrológico procede de diversas fuentes siendo una de ellas el origen litogénico o geoquímico a partir de los minerales que por causas de erosión, lluvias, etc. son arrastradas al agua. No obstante actualmente la mayor concentración es de origen antropogénico o debida a la actividad humana. La minería, los procesos industriales, los residuos domésticos son fuente importante de contaminación, que aportan metales al aire, al agua y al suelo especialmente⁸⁵.

Para el análisis de calidad del agua del río León, fueron analizados el Bario, Cadmio Total, Cobre Total, Cromo Total, Mercurio Total, Níquel Total, Plata Total, Plomo Total, Selenio Total, Arsénico Total y Zinc Total determinándose en todos los casos concentraciones muy bajas, del orden de las trazas.



El Mercurio, Arsénico y la Plata reportaron concentraciones menores al límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio, para el mercurio se presentaron concentraciones menores de <0,00027 mg/L, para el arsénico <0,010 mg/L y para la plata <0,0004 mg/L.

Con relación al cumplimiento normativo, los parámetros Cadmio, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Arsénico y Zinc se encuentran en cumplimiento con lo establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3 (Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico), 2.2.3.3.9.4 (Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico) y 2.2.3.3.9.5 (Criterios de calidad para uso agrícola) del Decreto 1076 del 2015⁸⁶.

El Cobre cumple con lo establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3 (1,0 mg/L para Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico) y 2.2.3.3.9.4 (1,0 mg/L para Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico); sin embargo la estación A2 supera el máximo permitido en el Artículo 2.2.3.3.9.5 (Criterios de calidad para uso agrícola), el punto A1 se encuentra en cumplimiento del mismo.

El Selenio da cumplimiento con lo establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3 (0,01 mg/L para Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico) y 2.2.3.3.9.4 (1,0 mg/L para Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico), pero supera el máximo permitido en el Artículo

85 ROSAS RODRÍGUEZ, H. Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. España, 2001.
86 COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 146 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

2.2.3.3.9.5 (0,02 mg/L) para uso pecuario en la estación A2 la cual obtuvo una concentración de 0,027 mg/L.

En cuanto al cromo total no presenta un valor de referencia. La presencia de los contaminantes ya mencionados podría estar relacionado con vertimientos tanto domésticos como industriales en el cuerpo de agua (ver Figura No. 5.52).

En cuanto al Bario se registraron concentraciones de 0,24 y 2,85 mg/L, en las estaciones A1 y A2 respectivamente. En cuanto al cumplimiento con el Decreto 1076 de 2015 el Bario en la estación A1 se encuentra en cumplimiento con lo establecido en los Artículos 2.2.3.3.9.3 con límite de 1 mg/L (Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico) y en el Artículo 2.2.3.3.9.4 con un límite de 0,01 mg/L (Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico); en la estación A2 por el contrario supera los límites normativos de los artículos anteriormente citados, lo que indica que el agua en este sitio no se puede destinar para uso de consumo humano sin previo tratamiento.

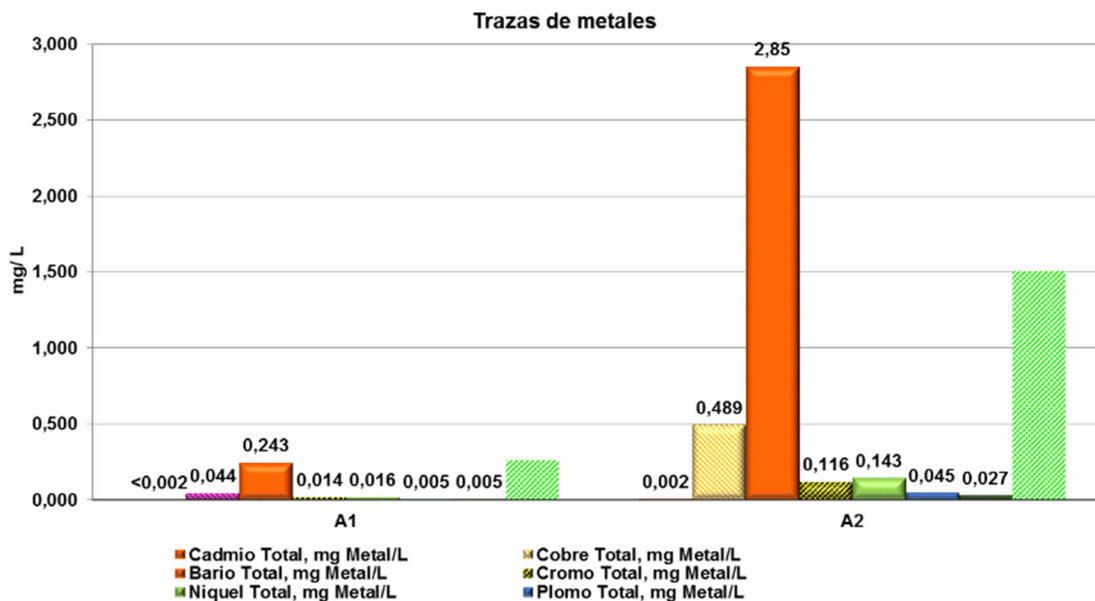



Figura No. 5.52 Comportamiento Metales – Agua Superficial
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

87. COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 147 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Comparación con la norma nacional e internacional

Se realizó la comparación con la normatividad colombiana, donde establece los límites permisibles de la calidad del agua para la destinación del recurso en diferentes usos, de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015⁸⁸ el cual es un Decreto Único reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible, en el Capítulo 3, Sección 9 Disposiciones transitorias para los usos del agua y los criterios de calidad para los usos, en los siguientes artículos:

- Artículo 2.2.3.3.9.3. Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico.
- Artículo 2.2.3.3.9.4. Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico.
- Artículo 2.2.3.3.9.5. Criterios de calidad para uso agrícola
- Artículo 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna

Dado que la normatividad colombiana no establece límites permisibles para algunos parámetros, se realizó el análisis de la calidad del agua en especial para los metales con La Canadian water Quality Guidelines for the Protection of Protection of aquatic life⁸⁹ y La Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de afluentes: Recurso Agua – Libro VI Anexo 1 (TULAS- Ecuador)⁹⁰

⁸⁸ Ibid.

⁸⁹ CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT – CCME. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Guidance on the Site-Specific Application of Water Quality Guidelines in Canada: Procedures for Deriving Numerical Water Quality Objectives. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999. [En línea] < <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/en/index.html> > [Consultado 11, septiembre, 2015]

⁹⁰ PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE ECUADOR. MINISTERIO AMBIENTE DEL ECUADOR. Decreto Ejecutivo 3516 (Marzo, 31, 2003). Reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación y sus normas técnicas. Libro VI Anexo 1. Norma de calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. Quito, 2003.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO						
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA					Página 148 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01					Revisión:	B

Tabla No. 5.17 Comparación de los resultados con la norma – Punto A1 – A2

ANÁLISIS	Resultados		Decreto 1076 del 2015				Cumplimiento
			Art. 2.2.3.3.9.3	Art. 2.2.3.3.9.4	Art. 2.2.3.3.9.5	Art. 2.2.3.3.9.10	
	A1	A2	Tratamiento Convencional Criterios de Calidad para Consumo Humano y Doméstico	Desinfección Criterios de Calidad para Consumo Humano y Doméstico	Criterios de Calidad para Uso Agrícola	Preservación de Flora y Fauna	
pH, unidades	5,45	5,69	5,00 - 9,00	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	6,5 - 8,5	A1 - A2 Cumplen Art. 2.2.3.3.9.3 - 2.2.3.3.9.10. No Cumplen Art. 2.2.3.3.9.4 - 2.2.3.3.9.10
Oxígeno Disuelto, mg/L	5,27	3,23	N.E.	N.E.	N.E.	5,0	A1 Cumple - A2 Incumple
Color Verdadero, UPC	20	24	75	20	N.E.	N.E.	A1 Cumple Art. 2.2.3.3.9.3 - 2.2.3.3.9.4 A2 Cumple Art. 2.2.3.3.9.3. No Cumple Art. 2.2.3.3.9.4
Fenoles Totales, mg/L	<0,075	<0,075	0,002	0,002	N.E.	1,0 CL*	N.D.**
Grasas y aceites, mg GYA/L	<0,8	<0,8	N.E.	N.E.	N.E.	0,01 CL	N.D.**
Coliformes Totales ,NMP/100 ml	73800	703000	20000	1000	5000	N.E.	No Cumple
Bario Total, mg Metal/L	0,24	2,85	1,0	1,0	N.E.	0,1 CL*	A1 Cumple Art. 2.2.3.3.9.3 - 2.2.3.3.9.4 A2 No Cumple 2.2.3.3.9.3 - 2.2.3.3.9.4
Cadmio Total, mg Metal/L	<0,002	0,002	0,01	0,01	0,01	0,1 CL*	Cumple
Cobre Total, mg Metal/L	0,04	0,490	1,0	1,0	0,2	0,1 CL*	Cumple
Mercurio Total, mg Metal/L	<0,000 27	<0,00027	0,002	0,002	N.E.	0,01 CL*	Cumple
Níquel Total, mg Metal/L	0,02	0,14	N.E.	N.E.	0,2	0,01 CL*	Cumple
Plata Total, mg Metal/L	<0,000 4	<0,0004	0,05	0,05	N.E.	0,01 CL*	Cumple
Plomo Total, mg Metal/L	0,01	0,05	0,05	0,05	5,0	0,01 CL*	Cumple



MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO



CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Página 149 de 534

GAT-391-15-CA-AM-PIO-01

Revisión:

B

ANÁLISIS	Resultados		Decreto 1076 del 2015				Cumplimiento
			Art. 2.2.3.3.9.3	Art. 2.2.3.3.9.4	Art. 2.2.3.3.9.5	Art. 2.2.3.3.9.10	
	A1	A2	Tratamiento Convencional Criterios de Calidad para Consumo Humano y Doméstico	Desinfección Criterios de Calidad para Consumo Humano y Doméstico	Criterios de Calidad para Uso Agrícola	Preservación de Flora y Fauna	
Selenio Total, mg Metal/L	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01 CL*	A1 Cumple Art. 2.2.3.3.9.3 - 2.2.3.3.9.4 - 2.2.3.3.9.5. A2 No Cumple
Arsénico Total, mg Metal/L	<0,010	<0,010	0,05	0,05	0,1	0,1 CL*	Cumple
Zinc Total, mg Metal/L	0,26	1,51	15,0	15,0	2,0	0,01 CL*	Cumple

*Se especifican los criterios normativos establecidos para los metales en el artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015, sin embargo no se realiza comparativo, ya que solo aplica para Bioensayos.

**El límite de detección de la técnica analítica es mayor al límite normativo, por tanto no se puede determinar si el parámetro cumple o no.

N.E.: No Específica

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Tabla No. 5.18 Comparación de los resultados con las normas extranjeras de referencia

ANÁLISIS	Resultados		Norma de Calidad Ambiental y Descarga TULAS Uso de Preservación de Fauna y Flora	Norma Canadiense Protección de la Vida Acuática Largo Plazo	CUMPLIMIENTO
	A1	A2			
Bario Total, mg Metal/L	0,24	2,85	1,0	N.E.	A2 No Cumple
Cadmio Total, mg Metal/L	<0,002	0,002	0,001	0,00009	No se determina Norma Canadiense** A2 No cumplen TULAS A1 No se determina**
Cobre Total, mg Metal/L	0,04	0,49	0,02	N.E.	No Cumplen TULAS
Cromo Total, mg Metal/L	0,01	0,12	0,05	N.E.	A2 No Cumple TULAS.
Mercurio Total, mg Metal/L	<0,00027	<0,00027	0,0002	0,000026	No se determina TULAS y Canadiense**



MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO



CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Página 150 de 534

GAT-391-15-CA-AM-PIO-01



Revisión:

B

Níquel Total, mg Metal/L	0,02	0,14	0,025	N.E.	A2 No Cumple TULAS
Plata Total, mg Metal/L	<0,0004	<0,0004	0,01	N.E.	Cumplen TULAS
Selenio Total, mg Metal/L	0,01	0,03	0,01	N.E.	A2 No Cumple TULAS
Arsénico Total, mg Metal/L	<0,010	<0,010	0,05	0,005	Cumplen TULAS Norma canadiense No determinada**
Zinc Total, mg Metal/L	0,26	1,51	0,18	0,3	No Cumplen

****El límite de detección de la técnica analítica es mayor al límite normativo, por tanto no se puede determinar si el parámetro cumple o no.**

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 151 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Índices de calidad ambiental

Por otra parte, vamos a analizar la calidad del agua del río León a través de índices de calidad como el ICA, Índice de saturación o de Langelier, Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua – IACAL, ICOMI, ICOMO y ICOSU, el cual con una sola expresión se determina la calidad del agua a partir de los resultados de algunos parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos analizados anteriormente de forma individual.

❖ Índice de calidad ambiental – ICA

El ICA es un indicador de calidad llamado “Índice de Calidad del Agua ICA-NSF”, es uno de los índices más usados para determinar la calidad de los cuerpos de agua superficial, para ello debemos utilizar y combinar los siguientes parámetros de porcentaje de oxígeno disuelto, pH, DBO₅, Turbiedad y sólidos totales, los demás parámetros como los nitratos y fosfatos no se determinaron y los coliformes fecales no se presentaron en las unidades que requiere el cálculo, sin embargo se realizó el cálculo del índice con los parámetros disponibles para el río León.

En la Tabla No. 5.19 y Tabla No. 5.20 se presenta el cálculo del índice de calidad del agua del río León en las estaciones A1 y A2.

Tabla No. 5.19 Índice de Calidad del Agua – Estación A1

A1				
Parámetro	Resultado	Valor de Calidad	Factor de Ponderación	Sumatoria Índice
% Sat. Oxígeno Disuelto	67,0	70	0,17	50 Calidad Mala
pH, Unidades	5,45	40	0,11	
DBO ₅ , mg/L	2	80	0,11	
Turbiedad, NTU	159	5	0,08	
Sólidos Totales	919	20	0,07	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, S.A.S, 2015

Tabla No. 5.20 Índice de Calidad del Agua – Estación A2

A2				
Parámetro	Resultado	Valor de Calidad	Factor de Ponderación	Sumatoria Índice
% Sat. Oxígeno Disuelto	41,2	32	0,17	24 Calidad Muy Mala
pH, Unidades	5,69	46	0,11	
DBO ₅ , mg/L	191	5	0,11	

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 152 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

A2				
Parámetro	Resultado	Valor de Calidad	Factor de Ponderación	Sumatoria Índice
Turbiedad, NTU	1490	5	0,08	
Solidos Totales	17348	20	0.07	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, S.A.S, 2015

De acuerdo con la clasificación de valores del Índice de Calidad del Agua - ICA y sus respectivos colores presentados en la metodología en el Capítulo 2 Generalidades del presente estudio, la clasificación de la calidad del agua en la estación A1 fue **“calidad mala”**, la cual se encontró dentro del rango de 25-50. Para la estación A2, la clasificación se ubicó en la categoría de calidad **“muy mala”** la cual se encontró dentro del rango de 0-25 (ver Figura No. 5.53).

Se esperaba este resultado, puesto que el río León es un cuerpo de agua intervenido en la área de estudio y a su vez es receptor de varios cauces aguas arriba del sitio donde se realizó el muestreo, lo cual se puede relacionar por la presencia de agricultura con fines de exportación y asentamiento humanos cercanos a la ribera del río.

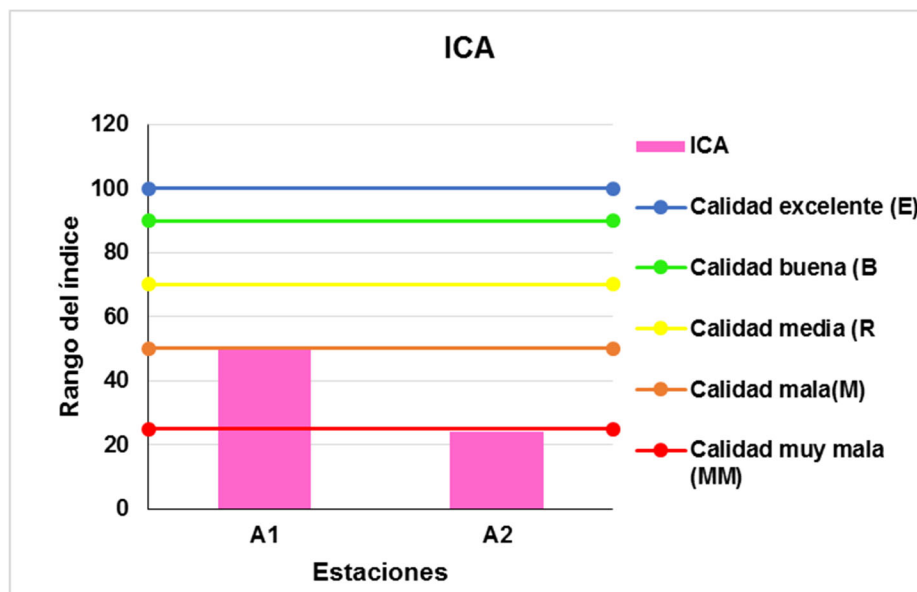




Figura No. 5.53 Índice de Calidad del Agua– ICA

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 153 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

❖ Índice de saturación o de Langelier

De acuerdo con los resultados de los parámetros pH, Temperatura, dureza total y Alcalinidad total, a continuación se determina el Índice de Langelier para cada uno de las estaciones muestreadas en el río León (ver Tabla No. 5.21). Se calculó de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 2 Generalidades.

Tabla No. 5.21 Resultado Índice de Langelier

Estación	pH	TEMPERATURA		DUREZA TOTAL		ALCALINIDAD TOTAL		ISL	Clasificación
		Temp (°C)	Coefficiente T. °C	Dureza Total (mg/L)	Coefficiente de Dureza (mg/L)	Alcalinidad Total (mg/L)	Coefficiente de Alcalinidad (mg/L)		
A1	5,45	27,8	0.6442	115	1.6652	66	1.8264	-2.51	Agua Corrosiva
A2	5,69	28	0.648	439	2.249	73	1.87	-1.64	Agua Corrosiva

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, S.A.S, 2015

El río León, se clasificó como un agua corrosiva, de acuerdo al cálculo realizado, lo cual es acorde con la tendencia ácida presentada por el pH en ambas estaciones del cauce analizado.

❖ Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua – IACAL

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua⁹¹, el cual estima el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua – IACAL para condiciones hidrológicas promedio y secas, en donde representa los resultados de este indicador de presión potencial por cargas contaminantes a la calidad por subzonas hidrográficas para condiciones medias y secas, se tomó como referencia la información de dicho estudio para el área de estudio del proyecto.

El área de estudio se encuentra ubicada sobre la subzona hidrográfica Caribe – Urabá en río León. Esta subzona cuenta con una oferta total para un año medio de 4.526 millones de metros cúbicos (Mm³) y de 1.488 millones de metros cúbicos (Mm³) para un año seco. Como se puede observar en la Figura No. 5.54 y Figura No. 5.55 el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua – IACAL para año medio y año seco en la subzona hidrográfica donde se encuentra ubicado el proyecto, se calificó como “Alta” en ambas condiciones hidrológicas, siendo esta

⁹¹ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL -MAVDT. Estudio Nacional del Agua. Bogotá, 2014. 493 p. ISBN: 978-958-8067-70-4.sub

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 154 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

subzona, una de las áreas con mayor presión por contaminantes en el departamento de Antioquia.

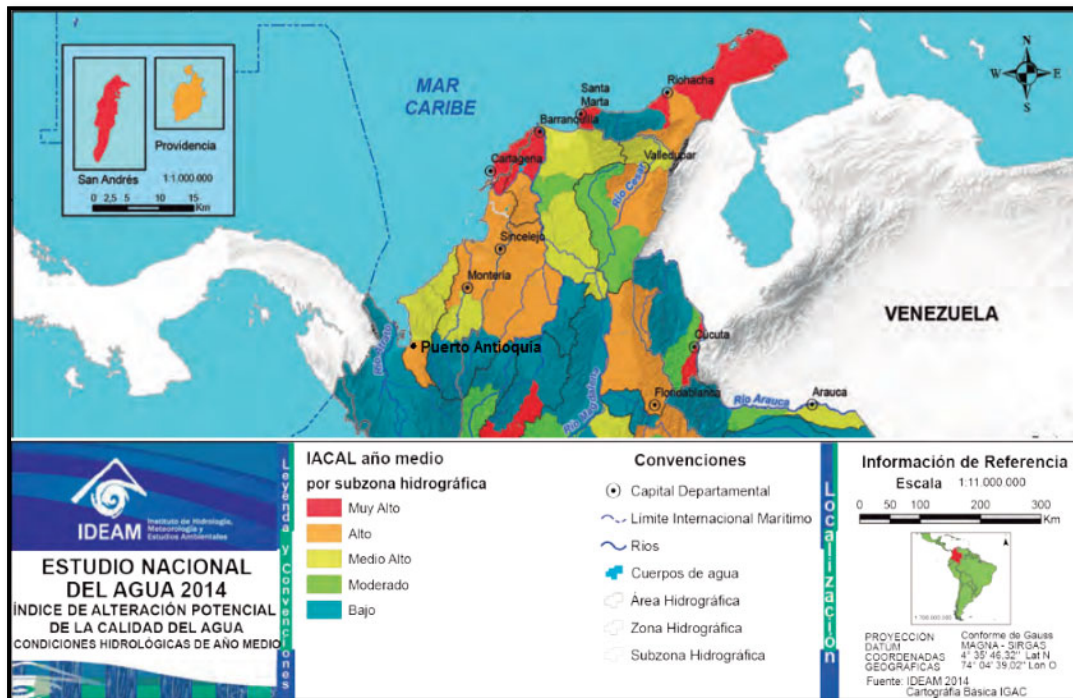




Figura No. 5.54 Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua - IACAL – Año medio
Fuente: ENA 2014⁹² modificado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

⁹² Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 155 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

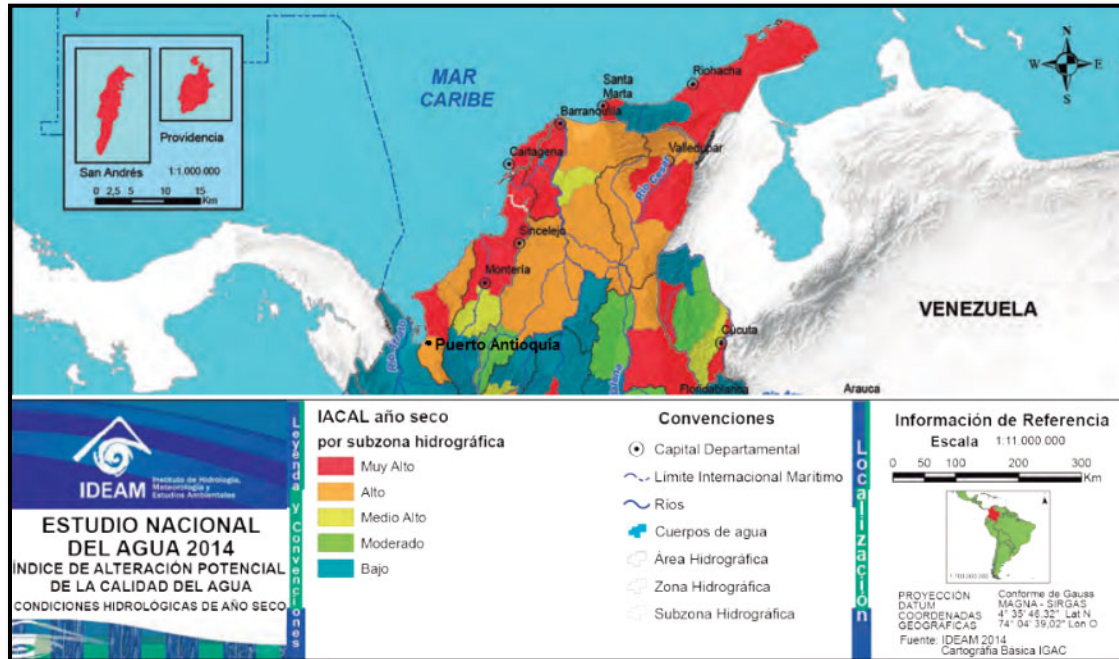


Figura No. 5.55 Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua - IACAL – Año seco
Fuente: ENA 2014⁹³ modificado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

❖ Índice de contaminación por mineralización – ICOMI

El índice de contaminación por mineralización (ICOMI) incluye variables como la conductividad, la dureza y la alcalinidad, el cual se calculó de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 2 Generalidades del presente estudio.

En la Tabla No. 5.22 se presenta los resultados obtenidos para el índice por mineralización, el cual obtuvieron ambas estaciones sobre el río León una clasificación “Alta” por contaminación por mineralización, se esperaba esta clasificación ya que las concentraciones de las variables analizadas presentaron concentraciones considerables, en donde la conductividad presentó concentraciones por encima de las normales para cuenca baja y la dureza se

⁹³ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 156 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

clasificó como aguas duras y aguas incrustantes muy duras, pero se encuentran dentro de lo permisible para abastecimiento humano ⁹⁴.

Tabla No. 5.22 Resultado Índice - ICOMI

Estación	Índice ICOMI	Clasificación
A1	0.69	Alta (0.6 - 0.8)
A2	0.71	Alta (0.6 - 0.8)

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, S.A.S, 2015

❖ Índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO

El índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) incluye variables como el porcentaje de oxígeno disuelto, coliformes totales y la demanda bioquímica de oxígeno, el cual se calculó de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 2 Generalidades del presente estudio.

En la Tabla No. 5.23 se presenta los resultados obtenidos para el índice por materia orgánica en las estaciones sobre el río León, el cual obtuvieron una clasificación diferentes en ambas estaciones, en la estación A1 se calificó como contaminación “Media” y la estación A2 como “Muy Alta”, estas diferencias de calificación se pueden asociar a la influencia por el material suspendido generado por la actividad del dragado de mantenimiento sobre el río León en el momento del muestreo con fines de mantener la navegabilidad para los convoy bananeros que transitan en la zona y las descargas sin previo tratamiento de las aguas domésticas generadas por los asentamientos humanos aguas arriba del sitio de muestreo, siendo el río León uno de los ríos con mayor carga microbiana representada en coliformes ($2,6 \times 10^{20}$ t/año) relacionada con vertimientos de aguas residuales domésticas⁹⁵.



Tabla No. 5.23 Resultado Índice - ICOMO

Estación	Índice ICOMO	Clasificación
A1	0.44	Media (>0.4 - 0.6)
A2	0.86	Muy Alta (>0.8 - 1)

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, S.A.S, 2015

⁹⁴ RAMÍREZ, Alberto; VIÑA, Alberto. Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadística de análisis. Impreso en Colombia, 1998.

⁹⁵ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES DE ANDREIS – INVEMAR, RED DE VIGILANCIA PARA LA CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS MARINAS Y COSTERAS DE COLOMBIA - REDCAM, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS. Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras del caribe y pacífico colombianos. Santa Marta, 2015. 316 p.. ISSN: 2389-8615

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 157 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Índice de contaminación por sólidos suspendidos – ICOSUS

El índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) se calculó de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 2 Generalidades del presente estudio.

De acuerdo con lo anterior, se procedió a revisar los resultados obtenidos en las estaciones sobre el río León en donde la estación A1 presentó concentraciones de 743 mg/L y la estación A2 fue de 17.200 mg/L. Con estos resultados, se compararon con la clasificación del índice, en donde plantea que para concentraciones mayores a 340 mg/L el índice ICOSUS es 1, lo que indica que a calidad del agua en términos de los sólidos suspendidos es “Muy Alta” (ver Tabla No. 5.24). Estos resultados se pueden asociar a la actividad del dragado de mantenimiento que se realiza constantemente sobre el río León con fines de mantener la navegabilidad para los convoyes bananeros y al arrastre de los sedimentos por la actividad erosiva sobre el cauce.

Tabla No. 5.24 Resultado Índice - ICOSUS

Estación	Índice ICOMO	Clasificación
A1	1	Muy Alta (>0.8 - 1)
A2	1	Muy Alta (>0.8 - 1)

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados, S.A.S, 2015

- *Información secundaria histórica de calidad del agua continental y marina - REDCAM*

Adicionalmente, para evaluar la calidad del agua continental y marina, se tomó la información de cinco (5) estaciones de monitoreo (ver Figura No. 5.56) pertenecientes a la Red de Calidad de Agua Marina (REDCAM) del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés - INVEMAR⁹⁶. Una de las estaciones estaba ubicada sobre el río León y las demás sobre la desembocadura del río León y en Bahía Colombia.

Se calculó el promedio histórico de la información obtenida en las estaciones durante las temporadas de la época lluviosa y época seca, entre los años de 2001

96 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES DE ANDREIS – INVEMAR. Red de monitoreo de aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. [En línea] <<http://siam.invemar.org.co/siam/redcam/estadisticas/index.jsp>> [Consultado 12, septiembre, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 158 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

y 2014 (ver Figura No. 5.56), con el fin de comparar las características fisicoquímicas y bacteriológicas históricas con las registradas durante la campaña de muestreo realizada en el mes de julio entre los días 7 y 8 de 2015. Las coordenadas de ubicación de las estaciones se presentaron en la metodología en el *Capítulo 2. Generalidades* del actual estudio de Modificación de Licencia Ambiental.

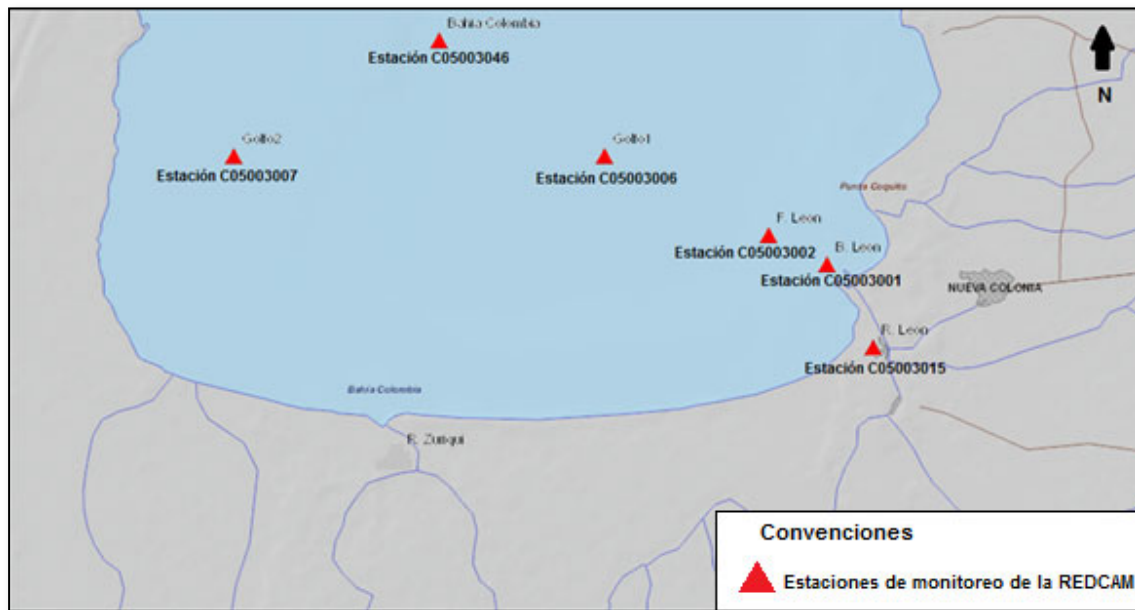


Figura No. 5.56 Localización de las estaciones de la REDCAM- calidad del agua continental y marina

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de la REDCAM

❖ Resultados históricos

A continuación en la Tabla No. 5.25 se presentan los resultados de los promedios históricos de las cinco (5) estaciones de la REDCAM en las dos temporadas (época lluviosa y época seca). Las estaciones se escogieron teniendo en cuenta que son las más cercanas al área de realización del proyecto.





	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO													
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Página 159 de 534			
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01										Revisión:		B	

Tabla No. 5.25 Resultados estaciones REDCAM época lluvia – época seca en Bahía Colombia y río León



Parámetro		Unidad	Estación C05003015		Estación C05003001		Estación C05003002		Estación C05003006		Estación C05003007		Estación C05003046	
			Km arriba del Río León-DGI014		Desembocadura del Río León-DGI013		(Frente) Km después Río León - DGI015		Golfo de Uraba-DG001		Golfo de Uraba-DG002		Bahía Colombia	
			Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca
Temperatura	TEM	°C	27,53	28,58	27,78	28,77	29,10	28,63	–	28	–	28	28,84	28,525
pH	pH	Unidad	7,00	7,27	7,17	7,19	7,67	7,76	–	7,98	–	8	7,312	7,5775
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3,62	3,77	3,65	4,23	4,62	6,34	–	6,62	–	7,2	4,655	6,7075
Turbiedad	TUR	NTU	762,35	65,10	225,63	126,06	974,38	25,46	–	–	–	–	2,9	10,8525
Conductividad	CON	mS/cm	11,64	17849,27	17,67	19920,20	32,19	162,58	–	8,8	–	10	29,424	15,525
Salinidad	SAL	‰	0,04	1,62	0,34	3,25	16,00	6,58	–	5	–	5	13,4	7,5
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO	mg/l	1,24	1,65	1,41	1,35	1,10	1,38	–	0,74	–	1,73	1,188	0,84
Nitratos	NO3	µg/l	98,53	104,62	132,06	326,74	116,77	113,23	–	4,1	–	6,8	6,65	93,66667
Nitritos	NO2	µg/l	11,10	20,47	10,78	25,01	126,10	5,71	–	–	–	–	3,8	2,7
Ortofosfatos	PO4	µg/l	226,10	170,33	267,79	151,11	88,94	91,39	–	3	–	–	62,2	47,875
Amonio	NH4	µg/l	114,09	181,93	151,21	168,38	4,50	145,91	–	233,6	–	208	125	185,63
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	394,35	97,70	240,65	171,38	1641,77	39,54	–	–	–	1	72	10,75
Hidrocarburos disueltos y dispersos	HDD	µg/l	0,48	3,00	0,22	0,76	0,13	1,99	–	–	–	–	3,5227	0,0103
Cadmio	CD	µg/l	0,25	1,07	0,66	0,48	0,65	0,87	–	–	–	–	0,1	0,14
Plomo	PB	µg/l	22,44	3,81	3,38	3,64	19,06	2,91	–	4,82	–	5,37	2,47	0,415
Mercurio	HG	µg/l	3,28	4,11	1,04	6,35	–	4,17	–	–	–	–	4,60127	4,395
Hierro	FE	µg/l	4,55	2,95	9,41	3,45	0,81	1,04	–	–	–	–	0,71	0,6725

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO				
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Página 160 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01			Revisión:	B

Parámetro	Unidad	Estación C05003015		Estación C05003001		Estación C05003002 (Frente) Km después Río León - DGI015		Estación C05003006 Golfo de Uraba-DG001		Estación C05003007 Golfo de Uraba-DG002		Estación C05003046 Bahía Colombia		
		Km arriba del Río León-DGI014		Desembocadura del Río León-DGI013										
		Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	Época Lluvia	Época Seca	
Coliformes totales	CTT	NMP/100 ml	33581,5	967030,7	1148255,4	14518,5	916094,0	2186,0	-	-	-	-	96	402,5
Coliformes termotolerantes	CTE	NMP/100 ml	865100,0	299288,6	281308,3	107023,1	56538,6	6708,6	-	-	-	-	39,8	115

Fuente: REDCAM⁹⁷

97 Ibíd.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 161 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ **Análisis de resultados de la calidad del agua de las estaciones REDCAM**



A continuación se realiza un análisis de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos históricos para la estación sobre el río León y las estaciones en Bahía Colombia, siendo estas estaciones las más cercanas a las obras que construirá el proyecto, con el fin de realizar una comparación del estado actual y las registradas en épocas anteriores.

- *Unidades de pH*

Las concentraciones de pH en todas las estaciones en época seca y lluvia, presentaron concentraciones muy similares con promedios de 7,63 y 7,29 unidades de pH respectivamente, las cuales obtuvieron una concentración mínima de 7 unidades de pH en época lluvia y máxima de 8 unidades de pH en época seca.

Comparando estas concentraciones con el Decreto 1076 de 2015⁹⁸, los valores reportados se encuentran dentro de los rangos establecidos en los Artículos 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 para fines recreativos con contacto primario y secundario y el artículo 2.2.3.3.9.10 para fines de la preservación de flora y fauna, lo que indica que son aguas que no tiene restricciones para estos usos y no presenta afectación a la biota acuática (Ver Figura No. 5.57).

⁹⁸ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Sección 3 Criterios de calidad para destinación del recurso. Bogotá D.C., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 162 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

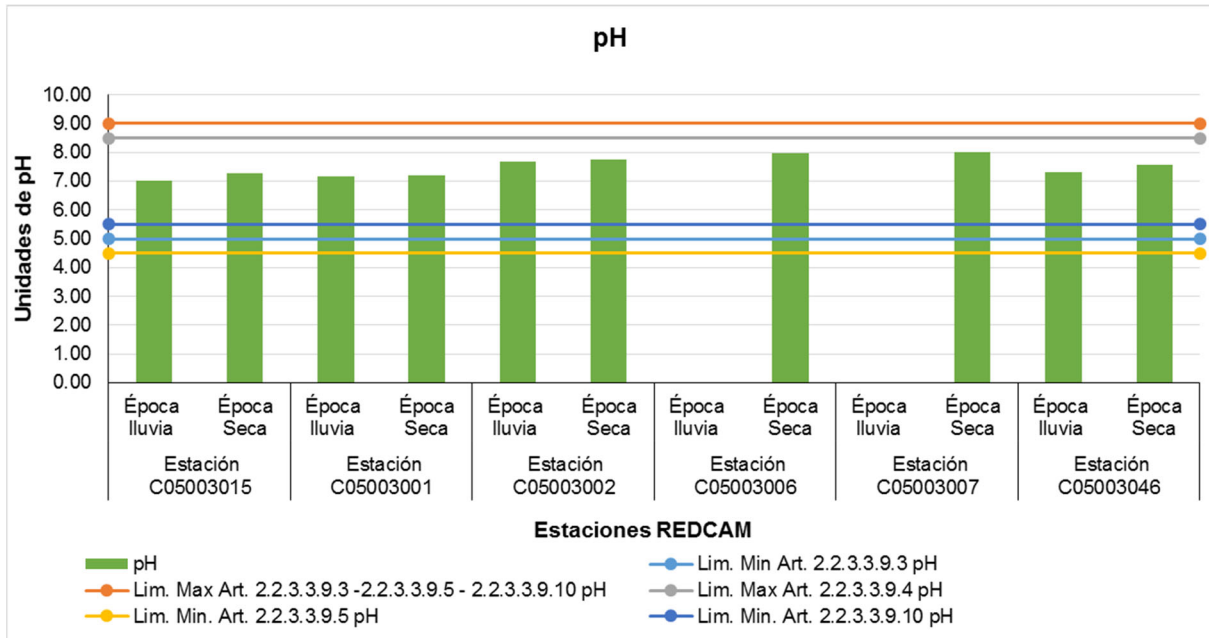


Figura No. 5.57 pH- Época lluvia y seca

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

▪ Conductividad

En las estaciones ubicadas en el Río León se presentó un promedio de 14,65 mS/cm durante la época de lluvias. Para la época seca en estas estaciones se presentaron conductividades extremadamente altas con un promedio de 18884,73 mS/cm, siendo 19920.20 mS/cm el valor máximo registrado en la desembocadura del río León

Ahora bien, en las estaciones ubicadas en el Golfo de Urabá, la conductividad promedio fue de 30,8 mS/cm durante la época lluviosa. Sin embargo, durante la época seca las estaciones evidenciaron diferencias significativas entre las estaciones. Así, por ejemplo, la estación más cercana a la desembocadura del Río León (C05003002-1 km hacia el frente) presentó una conductividad de 162.58 mS/cm, mientras que las estaciones Golfo de Urabá DG001, DG002 y Bahía Colombia, mostraron conductividades de 8,10 y 15.25 mS/cm, respectivamente. (ver Figura No. 5.58)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 163 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

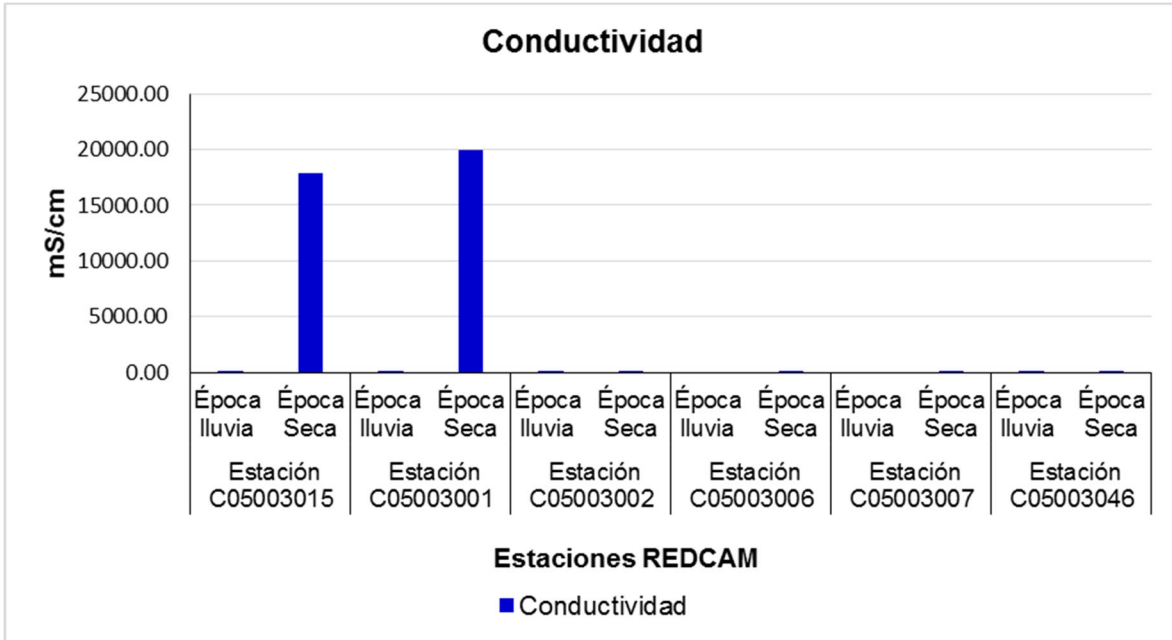


Figura No. 5.58 Conductividad- Época Lluvia y seca

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

Los valores extremos que se presentan en las estaciones del río León, en la época seca, pueden estar asociados a las continuas actividades de dragado de mantenimiento que se realizan con el propósito de mantener la navegabilidad del río León para el tránsito de embarcaciones. Estas actividades generan la re-suspensión de los sedimentos produciendo valores elevados de Sólidos Suspendedos que a su vez tienen una relación directa con la conductividad en el agua⁹⁹

También existe la posibilidad de que estos picos en la conductividad se traten de errores por parte de los sensores si se tiene en cuenta que las mediciones de sólidos suspendidos totales fueron menores durante la época en que ocurrieron los valores extremos de conductividad.

- *Temperatura*

La temperatura de las muestras correspondientes a la temporada de lluvias presentan un promedio de 28.3°C y las lecturas de la época seca tienen un

⁹⁹ Hanna Instruments. (2013). ¿Cuál es la relación existente entre la conductividad y los sólidos totales disueltos? Obtenido 01 de Octubre de 2015, desde <http://www.hannainst.es/blog/cual-es-la-relacion-existente-entre-la-conductividad-y-los-solidos-totales-disueltos/>

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 164 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

promedio de 28,4°C lo cual evidencia una gran homogeneidad en la temperatura del agua durante ambos periodos climáticos. El valor mínimo registrado de 27.53°C se presenta durante la temporada de lluvias y el valor máximo registrado durante la época seca es de 28,77°C (ver Figura No. 5.59).

Si se comparan los datos de la REDCAM con la información obtenida de los monitoreos realizados por SGS en 2015, en siete (07) puntos del Golfo de Urabá, se evidencia que existe una diferencia de -0.64°C con respecto a los 29,04°C de temperatura promedio del agua, obtenidos de los resultados del laboratorio que realizó los monitoreos de calidad del agua y sedimentos marinos en la zona.

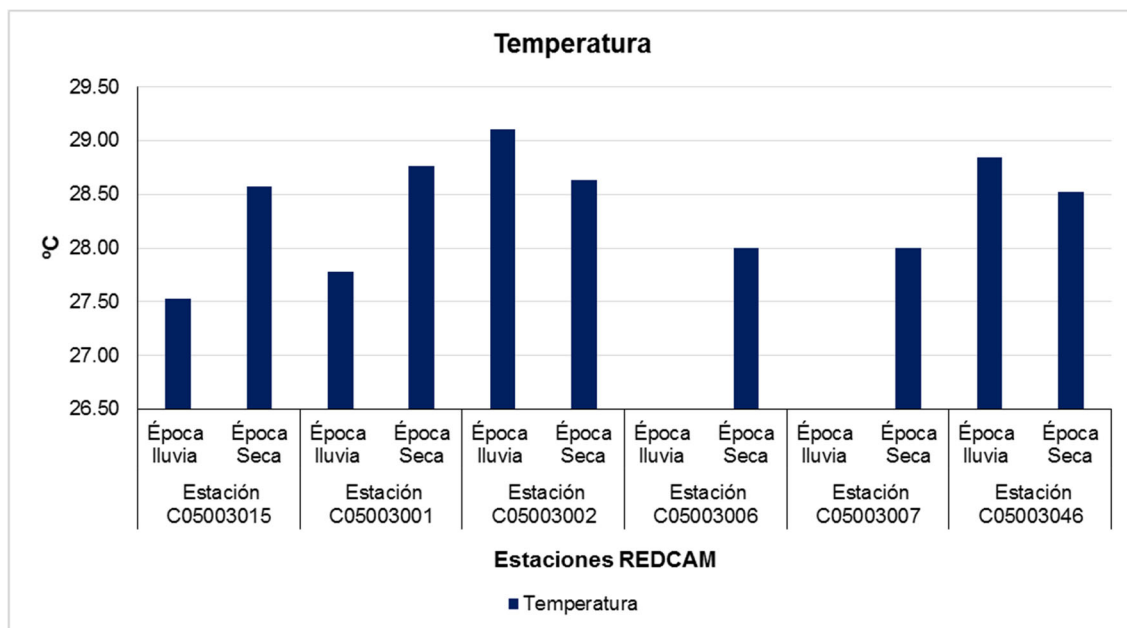



Figura No. 5.59 Temperatura - Época lluvia y seca

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

- **Oxígeno disuelto**

Para las estaciones de la REDCAM que se encuentran sobre el río León y en la desembocadura del mismo río, las concentraciones promedio de oxígeno disuelto durante la época seca son de 4,0 mg/L y durante la época de lluvias son de 3,63 mg/L. En el caso de las estaciones que se encuentran en el Golfo de Urabá, las concentraciones promedio oscilan entre 6,72 y 4,64 mg/L durante la época seca y de lluvias, respectivamente.

La concentración mínima de oxígeno disuelto tanto para cuerpos de agua dulce cálidos como aguas marinas o estuarinas es de 4,0 mg/L, según los criterios de

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 165 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

calidad para la preservación de flora y fauna (Art. 2.2.3.3.9.10. del Dec. 1076 de 2015). Comparando estos criterios con la información de la REDCAM se puede decir que en el Río León, el oxígeno disuelto está por debajo de la concentración mínima. En el caso del Golfo de Urabá las concentraciones de oxígeno disuelto registradas superan el límite mínimo definido por la norma colombiana. (ver Figura No. 5.60)

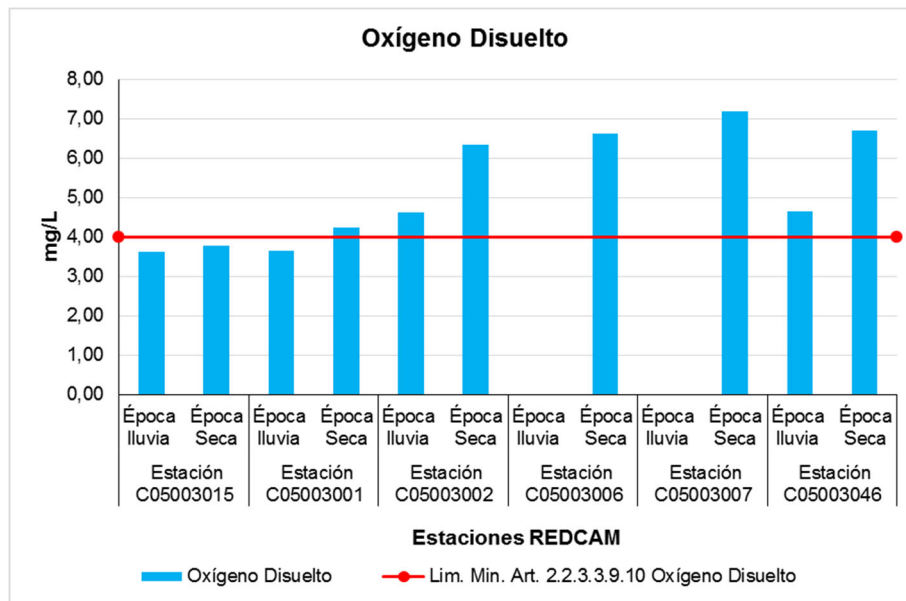


Figura No. 5.60 Oxígeno Disuelto - Época lluvia y seca
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

La DBO en las estaciones del Río León durante la época seca tiene un promedio de 1,50 mg/L y durante la época de lluvias es en promedio 1,33 mg/L. Para las estaciones ubicadas en Bahía Colombia la DBO es de 0,99 mg/L durante la época seca y de 1,14 mg/L en la época de lluvias. La menor DBO registrada fue de 0,74 mg/L durante la época seca.

En la Figura No. 5.61 se presentan los datos tomados de la REDCAM, exceptuando los correspondientes a la temporada de lluvias de las estaciones Golfo de Urabá DG-001 y DG-002.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 166 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

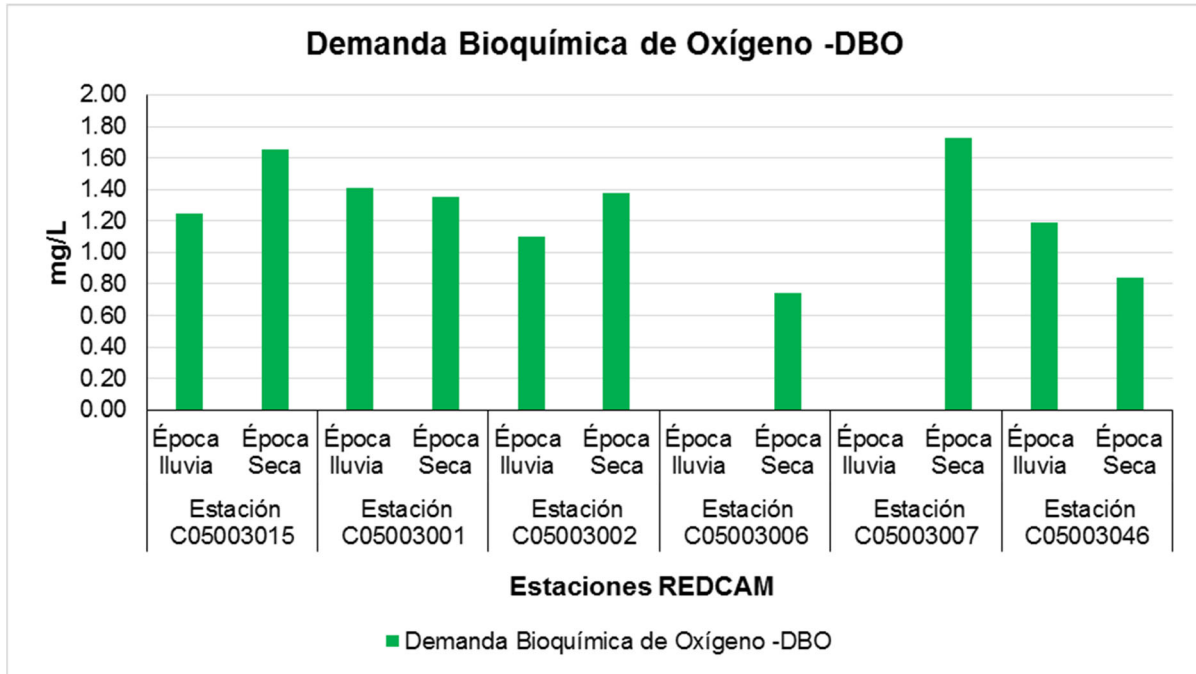


Figura No. 5.61 Demanda Bioquímica de Oxígeno- Época lluvia y seca
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

- **Sólidos Suspendidos Totales - SST**

Los SST medidos por las estaciones del río León 1km antes de la desembocadura y en la desembocadura, presentan valores promedio para la época de lluvias de 317,5 mg/L y para la época seca de 134,54 mg/L. El valor máximo corresponde a 394,5 mg/L en la época lluviosa y el mínimo fue de 97,70 mg/L en la época seca.

Para las estaciones ubicadas en la zona de Golfo de Urabá y Bahía Colombia, durante la época seca se presentaron diferencias apreciables entre la estación que se encuentra a 1km en frente de la desembocadura del río León, donde las concentraciones de SST fueron de 39,54 mg/L, y las otras estaciones del Golfo donde las concentraciones fueron 3,00 mg/L, 1,00 mg/L y 10,75 mg/L. De igual forma ocurre para el periodo lluvioso, donde los SST de la estación cercana a la desembocadura del río León (C05003002) fueron de 1641,77 mg/L, siendo este el valor máximo dentro de las estaciones del Golfo, mientras que la estación de Bahía Colombia, (C05003046) muestra concentraciones de 72 mg/L. La menor concentración registrada es de 1,00 mg/L en la estación C05003007, durante la época seca.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 167 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Estos valores elevados de SST, principalmente en las estaciones del río León, la desembocadura y a 1km en frente de la desembocadura, pueden estar asociados a las continuas actividades de dragado de mantenimiento y a los procesos erosivos y de arrastre de sedimentos que se producen a lo largo de la cuenca y se dispersan en su llegada al Golfo.

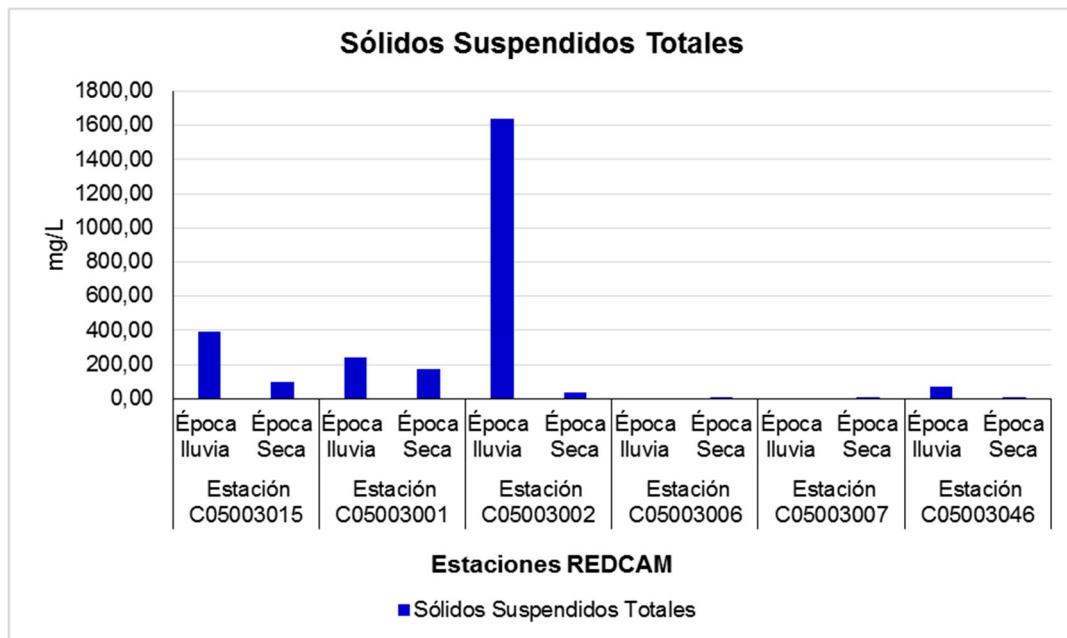



Figura No. 5.62 Sólidos Suspendidos Totales - Época lluvia y seca
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

- *Coliformes Totales y Termotolerantes*

En cuanto a las mediciones microbiológicas, los Coliformes Totales (CTT) medidos en las estaciones ubicadas en el río León, la desembocadura y 1km en frente de la desembocadura, muestran valores particularmente elevados. Los CTT de las tres estaciones mencionadas con anterioridad, durante la época de lluvias, son en promedio 976.483 NMP/100ml. Con un valor máximo de 1.148.255 NMP/100ml en la estación C05003001, y un valor mínimo de 865.100 NMP/100 ml en la estación C05003015.

En la época seca, las mismas estaciones evidenciaron Coliformes con un promedio de 360.254 NMP/100ml. El valor máximo se presentó en la estación C05003015 con 967.030 NMP/100ml y el valor mínimo para esta época fue el de la estación C05003002 con 6.708 NMP/100ml.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 <p>aqua & terra</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 168 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>



De este parámetro no se cuenta con información disponible en las estaciones C05003006 y C05003007 del Golfo de Urabá. Por lo tanto, la única información disponible es la que corresponde a la estación C05003046 donde se detectaron niveles de Coliformes totales de 96,00 NMP/100ml en la época de lluvias y 402,5 NMP/100ml en la época seca; muy por debajo de los que se registraron en las estaciones del río León.

Comparando los resultados con el Dec. 1076 de 2015, Artículos 2.2.3.3.9.7. y 2.2.3.3.9.8. sobre criterios de calidad de agua para fines recreativos mediante contacto primario y secundario, respectivamente, se evidencia que los registros de las estaciones del río León (1km aguas arriba de la desembocadura, desembocadura y 1km en frente de la desembocadura) están muy por encima de los límites máximos permisibles de 1.000 NMP/100ml (contacto primario) y 5.000 NMP/100ml (contacto secundario). Es decir, que las aguas en este tramo del río no deben ser usadas ni siquiera para actividades recreativas que no involucren inmersión como, por ejemplo, remo, pesca, wading, rafting, entre otros.

En el caso de los Coliformes termotolerantes (CTE) se guarda una proporcionalidad con el número de CTT detectados. Por esta razón, los valores más elevados se presentan en las estaciones del río León con un promedio de 123.809 NMP/100ml en época de lluvias. En la época de sequía, los CTE son del orden de 299.288 NMP/100ml en la estación del río León; en la desembocadura las mediciones indican 14.518 NMP/100ml; y en la estación en frente de la desembocadura los CTE son en promedio 2.186 NMP/100ml.

Los CTE en el Golfo de Urabá, según lo registrado por la estación C05003046 son de 39, NMP/100ml durante la época lluviosa y de 115 NMP/100ml durante la época de sequía.

En la Figura No. 5.63 se presenta una gráfica donde se resumen los datos mencionados con anterioridad.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 169 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

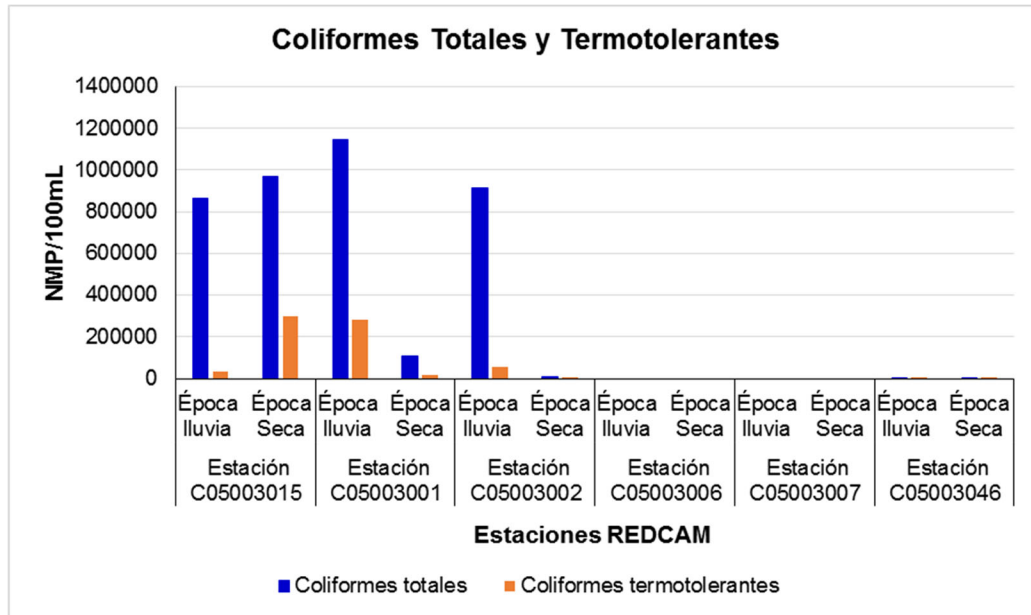


Figura No. 5.63 Coliformes Totales y Termotolerantes - Época lluvia y seca
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM


Tal como se mencionaba al comienzo del capítulo, los resultados microbiológicos de la REDCAM son un reflejo del alto grado de intervención de la cuenca del río León donde se realizan vertimientos de aguas residuales domésticas sin ningún tipo de tratamiento.

- *Trazas de Metales*

Los metales traza caracterizados a partir de los datos disponibles en la REDCAM fueron el cadmio (Cd), el hierro (Fe), el mercurio (Hg) y el plomo (Pb). Como su nombre lo indica, la presencia de estos elementos fue detectada en concentraciones traza en la columna de agua, siendo mayor la concentración en las estaciones del río León con relación a las estaciones ubicadas en el Golfo de Urabá.

El plomo fue el metal traza con las concentraciones más altas. En promedio, durante la época de lluvias en las estaciones del río León la concentración fue de 0,0150 mg/L y durante la época seca fue de 0,0035 mg/L. La concentración máxima fue de 0,022 mg/L en la época lluviosa y la mínima de 0,0029 mg/L durante la época seca.

En el caso del cadmio, el promedio en las estaciones del río León fue de 0,0005 mg/L en la época de lluvias y de 0,0008 mg/L en la época de sequía. De las

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 170 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

estaciones ubicadas en el Golfo de Urabá, solo se contaba con la información asociada a la estación C05003046 donde la concentración fue de 0,0001 mg/L tanto para la época de lluvias como de sequía.

En las estaciones del río León, el mercurio presentó concentraciones promedio de 0,0022 mg/L y 0,0049 mg/L, en las épocas de lluvia y sequía, respectivamente. En la estación C05003046 del Golfo de Urabá la concentración presentó magnitudes similares siendo de 0,0046 mg/L para la época de lluvias y de 0,0044 para la época seca.

Finalmente, el hierro que se detectó en las estaciones del río León oscilaba alrededor de 0,0049 mg/L en la época lluviosa y 0,0025 mg/L en la época seca. Las mediciones registradas por la estación del Golfo de Urabá fueron de 0,0007 mg/L tanto para la época de lluvias como la época seca (ver Figura No. 5.64)

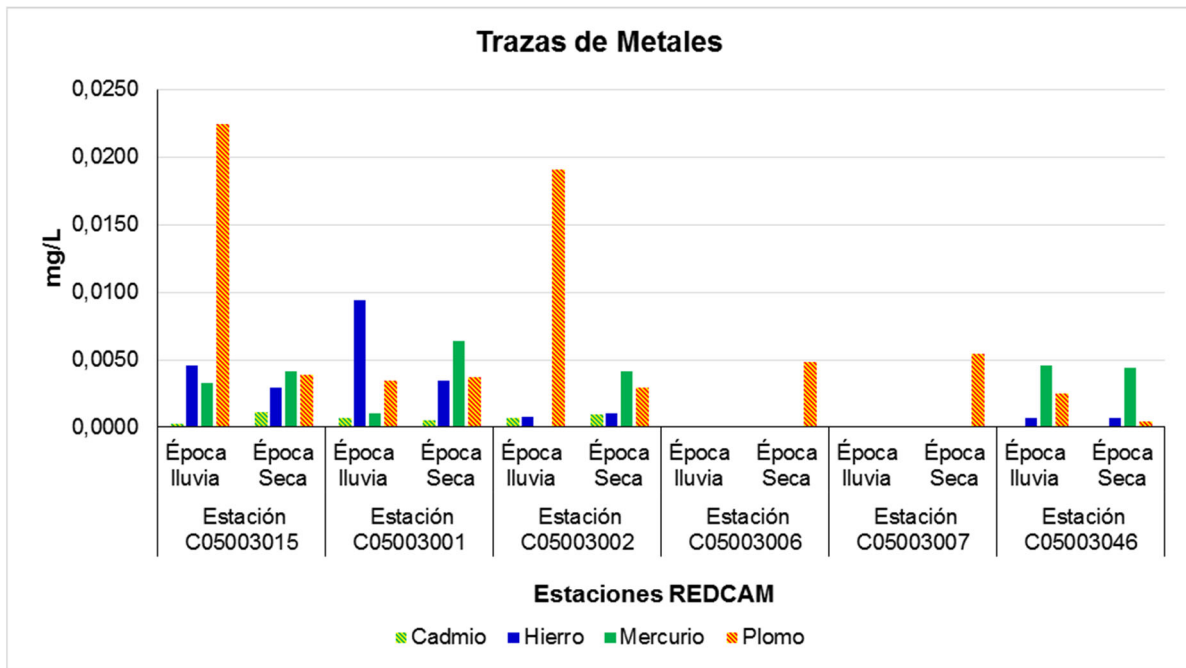


Figura No. 5.64 Trazas de Metales - Época lluvia y seca

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

Los datos de metales traza obtenidos de la REDCAM fueron comparados con los criterios de calidad del agua para la preservación de fauna y flora del Ministerio de Ambiente de Ecuador y del Canadian Council of Ministers of the Environment presentados en la Tabla No. 5.26.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 171 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.26. Criterios internacionales de calidad del agua para la preservación de fauna y flora.

Parámetros	Unidades	Norma Ecuatoriana ¹⁰⁰		Norma Canadiense ¹⁰¹		
		Agua dulce cálida	Aguas marinas y estuarinas	Agua dulce		Aguas marinas
				Corto plazo	Largo plazo	Largo plazo
Cadmio	mg/L	0,001	0,005	0,001	0,00009	0,00012
Hierro	mg/L	0,3	0,3	-	0,3	-
Mercurio	mg/L	0,0002	0,0001	-	0,000026	0,000016
Plomo	mg/L	-	0,01	-	-	-

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De los resultados obtenidos en la estación del río León se puede decir que durante la época de lluvias y de sequía, las concentraciones de mercurio fueron las únicas que excedieron los límites máximos de ambas normas.

En el Golfo de Urabá, las estaciones C05003001, C05003002 y C05003046 presentaron concentraciones de mercurio por encima de lo que se establece en las dos normas internacionales referenciadas.

El otro elemento que supero los límites aceptables por las normas fue el cadmio. Sobrepasando los límites en las estaciones C05003001 y C05003002, tanto en la época seca como en la lluviosa.



Finalmente, en la época de lluvias el plomo registró una concentración que excedía la norma en la estación C05003002.

La presencia de estos metales puede estar asociada a la re-suspensión de los sedimentos durante las actividades de dragado de mantenimiento que se realizan en el río León. Además del arrastre de sedimentos proveniente de la cuenca media-alta del río donde se realizan actividades de minería. Índice de calidad del agua – ICA

De acuerdo a la definición del IDEAM el ICA es un valor numérico que califica mediante categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, teniendo en

¹⁰⁰ Decreto N° 3.516 - Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (Anexo I, Libro VI: De la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente).

¹⁰¹ Canadian Council of Minister of the Environment. (2014). Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Summary Tables. Winnipeg.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 172 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

cuenta para esto las mediciones de algunas variables físico-químicas del agua. De esta forma se obtiene una calificación descriptiva que facilita la interpretación, identificación de tendencias y la toma de decisiones sobre el cuerpo de agua estudiado¹⁰².

Con base en la información de oxígeno disuelto, pH, DBO, nitratos, ortofosfatos y turbiedad, de la estación C05003015 del río León se calculó el índice de calidad del agua mediante la herramienta virtual disponible en el Water Resarch Center¹⁰³ dando como resultado una calidad de agua media para la época de lluvias y una calidad buena durante la época seca (ver Tabla No. 5.27). En la Figura No. 5.65 se analiza de manera gráfica la clasificación de la calidad del agua.

Sin embargo, el índice no se calculó con todos los parámetros, debido a las altas concentraciones presentadas, a que algunos datos no se encontraban disponibles y a que las unidades de medida de la estación no coinciden con las que utiliza el método para el cálculo del índice. Por ejemplo, el índice requiere que los Coliformes Fecales sean determinados como unidades formadoras de colonia (UFC/100 ml) mientras que las estaciones de la REDCAM registran datos determinados por el método del número más probable (NMP).


Tabla No. 5.27 Resultados ICA

Estación C05003015	
Km arriba del Río León-DGI014	
Época Lluvia	Época Seca
67	72
Calidad Media	Calidad Buena

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

102 INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Hoja metodológica del indicador índice de calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia – Indicadores de calidad del agua superficial. 10 p.

103 Oram, B. (2014). Calculating NSF Water Quality Index. Retrieved October 2, 2015, from <http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 173 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

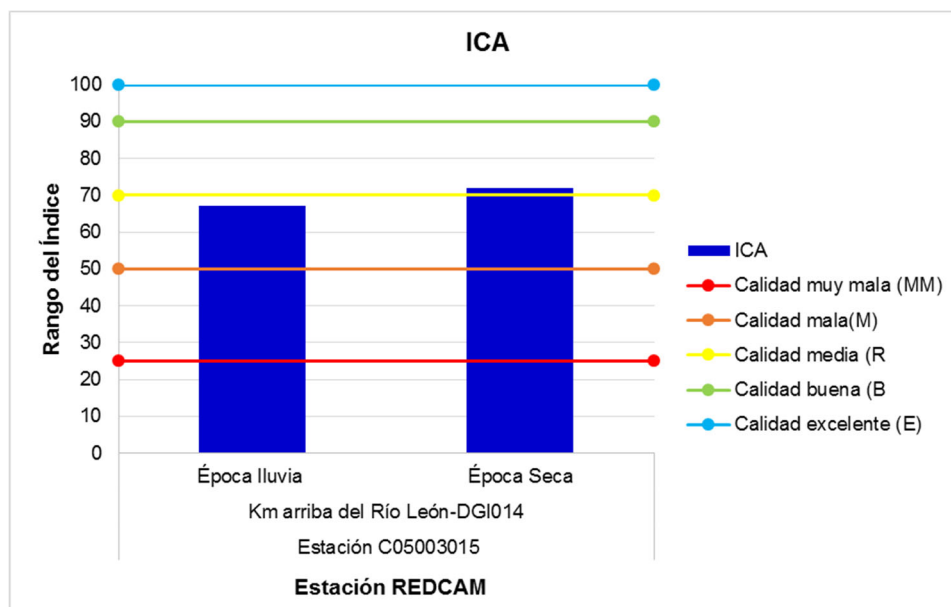


Figura No. 5.65 Índice de Calidad del Agua - ICA- Época Lluviosa y seca
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

❖ Índice de calidad del Agua Marina y Costera - ICAM

Con los datos registrados por las estaciones de la REDCAM en el Golfo de Urabá, se realizó una descripción cualitativa de la calidad del agua en esta zona, permitiendo identificar que la peor calidad se presenta en las estaciones más cercanas a la desembocadura del río León, mientras que en la estación de Bahía Colombia, hacia el interior del golfo, se presentó una calidad óptima-adecuada (ver Tabla No. 5.28).

Tabla No. 5.28 Resultados ICAM

Índice	Estación C05003001		Estación C05003002		Estación C05003006	Estación C05003007	Estación C05003046	
	Época Lluviosa	Época Seca	Época Lluviosa	Época Seca	Época Seca	Época Seca	Época Lluviosa	Época Seca
Valor ICAM	8.6	14.68	13.04	21.71	91.67	86.91	61.15	51.7
Indicador	Pesima	Pesima	Pesima	Pesima	optima	Adecuada	Aceptable	Aceptable

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

En la Figura No. 5.66 se presentan de manera gráfica los resultados obtenidos al evaluar la calidad del agua marina en las diferentes estaciones durante la época de lluvias y sequía.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 174 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

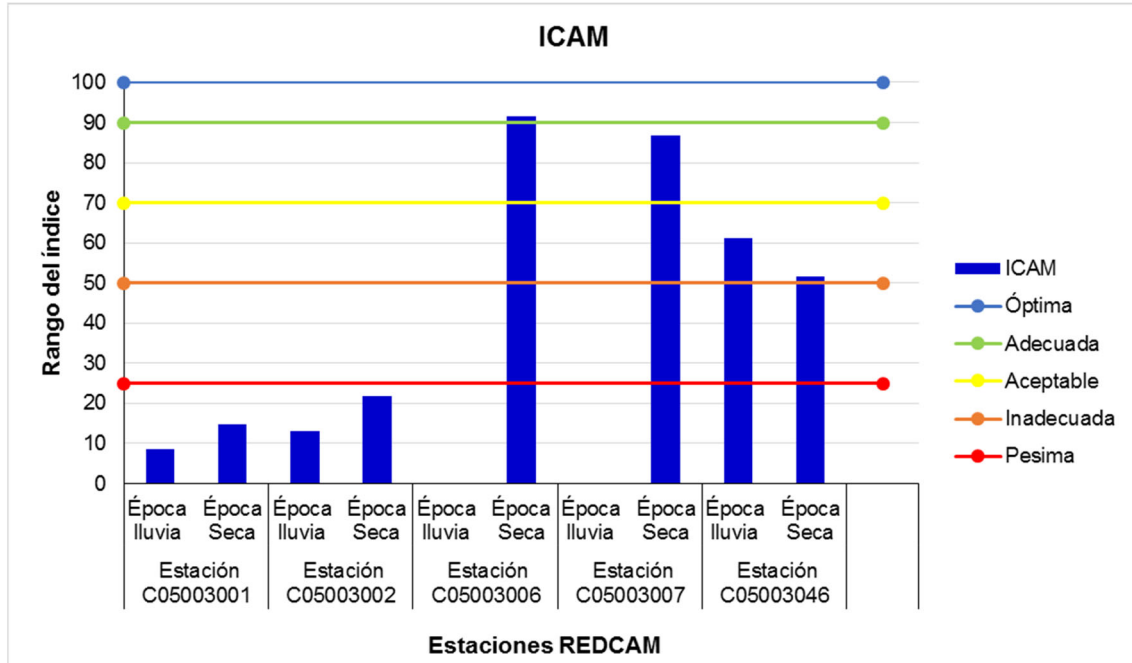


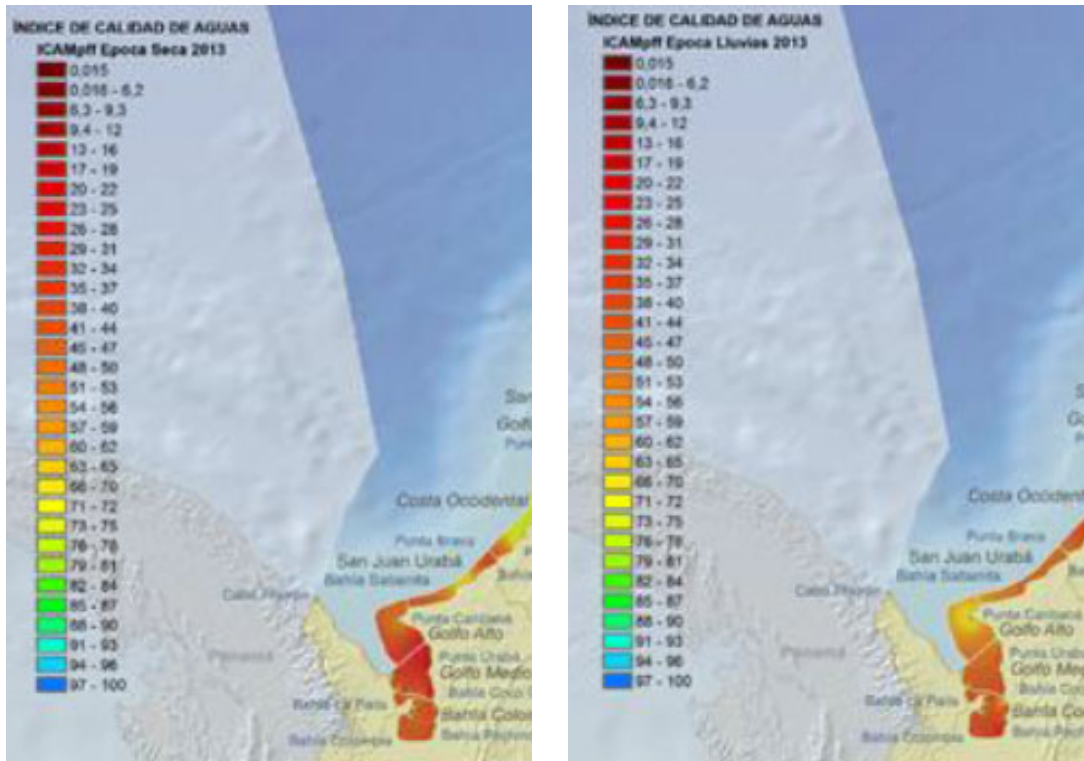


Figura No. 5.66 Índice de Calidad del Agua Marina y Costera - ICAM- Época lluvia y seca
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de REDCAM

De acuerdo con los datos presentados en el Diagnóstico y Evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacífico Colombiano¹⁰⁴ publicado por el INVEMAR en Marzo de 2015, de manera general la calidad de las aguas del Golfo de Urabá tienden a ser de una calidad inadecuada en la mayoría de sectores, con una mayor inclinación a ser aguas de calidad pésima. En algunas zonas, especialmente, las más exteriores del Golfo, se puede presentar una calidad de agua aceptable durante la época de lluvias (ver Figura No. 5.67). Lo anterior es un reflejo de la fuerte presión antrópica a la que está sometido el Golfo de Urabá, ya sea de manera directa o indirecta por medio de los aportes de contaminantes que llegan a través de los principales ríos (Atrato, León, Leoncito, Carepa, entre otros) que desembocan en este lugar.

¹⁰⁴ VIAS-AGUAS, L.J., K. IBARRA, J. SANCHEZ, M. MARTINEZ, Y. NIETO, Y. MORENO, I. CUADRADO, P. OBANDO, O. GARCES, D. SANCHEZ, M. VILLARRAGA Y O.SIERRA. 2015. *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras del caribe y pacífico colombianos*. Serie de publicaciones periódicos del Invemar No. 4 (2015). Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM). Informe técnico 2014. INVEMAR. Santa Marta, 320 p.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 aqua & terra
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 175 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B



Época seca 2013

Época lluvia 2013

Figura No. 5.67 Índice de Calidad del Agua Marina y Costera - ICAM en el Golfo de Urabá
Fuente: INVEMAR, 2015

- **Calidad de los sedimentos continentales**

El monitoreo de la calidad de los sedimentos de los fondos continentales se hizo en dos estaciones monitoreo ubicadas sobre el río León (aguas abajo de la confluencia del Canal Nueva Colonia al río León y aguas abajo del puente que se construirá sobre el río León) el día 7 de julio de 2015 en las coordenadas que se muestran en la Tabla No. 5.14 y en la Figura No. 5.38.

- **Resultados obtenidos de la calidad del agua continental**

Los parámetros fisicoquímicos evaluados para caracterizar los sedimentos continentales corresponden a los establecidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 176 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado (M-M-INA-05)¹⁰⁵.

A continuación se presentan los resultados de los parámetros medidos en el laboratorio:

Tabla No. 5.29 Resultados parámetros fisicoquímicos - Sedimentos Continentales

Parámetro	Resultados	
	A1	A2
Grasas y Aceites, mg/Kg	24	10
Hidrocarburos Totales, mg/kg	16	9
Cobre, mg Cu/kg	6,90	7,20
Cromo, mg Cr/kg	6,3	4,8
Níquel, mg Ni/Kg	<0,0059	<0,0059
Zinc, mg Zn/kg	<0,1621	<0,1621
Fenoles, mg/Kg	<0,01	<0,01

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

- Análisis de resultados de los sedimentos continentales

A continuación se realiza un análisis de los resultados de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en el laboratorio para los puntos ubicados el río León denominados A1 y A2 y se hace una comparación con los límites establecidos por la guía canadiense “*Canadian Guidelines for the sediment quality, protection of aquatic life*” para los parámetros donde se especifica valor de referencia.

Los límites establecidos por dicha guía son:

ISQG (*Interim Sediment Quality Guidelines*): Referido al estándar intermedio de la calidad del sedimento, que representa la concentración bajo la cual se espera que raramente ocurran efectos biológicos adversos.

PEL (*Probable effect levels*): Referido al nivel de efecto probable, que define el nivel sobre el cual se espera la ocurrencia frecuente de efectos biológicos adversos, más de un 50% de los efectos adversos ocurren.

¹⁰⁵ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución no. 0112 (28, enero, 2015). Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado y se toma otras determinaciones. Bogotá D.C., 2015. 103 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 177 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Estos valores definen tres (3) rangos de concentraciones de químicos: el rango de efecto mínimo dentro del cual efectos adversos raramente ocurren (menos de un 25% de efectos adversos bajo el ISQG), el rango de efectos posibles dentro del cual los efectos adversos ocurren ocasionalmente, y el rango de efecto probable dentro del cual efectos biológicos adversos ocurrirán frecuentemente (más de del 50% de los efectos adversos ocurre sobre el PEL)¹⁰⁶.

❖ Grasas y aceites

Las concentraciones reportadas del parámetro de Grasas y Aceites fueron A1 (24 mg/kg) y A2 (10 mg/kg), asociado a las actividades antrópicas generadas en el margen del cauce. Ver Figura No. 5.68.

Para este parámetro la guía canadiense de calidad para sedimentos (*Canadian Guidelines for the sediment quality, protection of aquatic life*) no establece criterios de referencia.

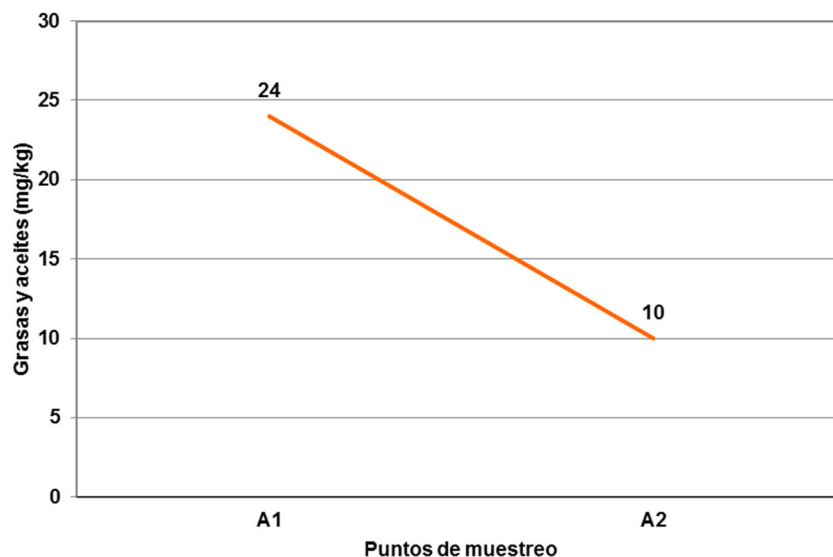



Figura No. 5.68 Comportamiento grasas y aceites en sedimentos continentales
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

¹⁰⁶ FUNDACIÓN CHILE. Proyecto derrame de hidrocarburos quebradas Blanca, Choja y Maní, propuesta selección valores de referencia internacionales suelos/sedimentos, Chile, 2013 [en línea] <http://www.snifa.sma.gob.cl/> [citado el 25 de septiembre de 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 178 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Hidrocarburos totales

El término hidrocarburos totales se usa para describir una gran familia de varios cientos de compuestos químicos originados de petróleo crudo. Como resultado de la variedad de orígenes que tienen los hidrocarburos presentes en los sedimentos, normalmente se utilizan la presencia de hidrocarburos como "marcadores" característicos de diferentes orígenes y la determinación de relaciones de composición entre constituyentes específicos del petróleo para distinguir entre aportes petrogénicos y biogénicos¹⁰⁷.

De acuerdo con Saravia¹⁰⁸ cuando la concentración de los hidrocarburos totales es $\leq 10 \mu\text{g/g}$ se considera sin contaminación; si la concentración de hidrocarburos está en el rango $<10 - 100 \mu\text{g/g}$ se cataloga como contaminación leve a moderada. Finalmente, si los niveles de hidrocarburos totales son $\geq 100 \mu\text{g/g}$ el sistema se considera con contaminación elevada.

Teniendo en cuenta esta clasificación, las concentraciones de hidrocarburos reportadas en los sedimentos del río León se consideran relativamente bajas, debido a que para el punto A1 se obtuvo una concentración de 16 mg/kg por lo tanto clasificada de leve a moderada y para el punto A2 se obtuvo una concentración de 9 mg/kg, quedando clasificado como sin contaminación. Ver Figura No. 5.69.

Con referencia a la normativa la guía canadiense de calidad para sedimentos (*Canadian Guidelines for the sediment quality, protection of aquatic life*) no establece criterios de referencia para este parámetro.

¹⁰⁷ COMPANIONI, D., NUÑEZ, A., CORA, M., ROSABLA, M., GONZÁLEZ, L., MARBOT, R. &, y otros. Hidrocarburos antropogénicos en sedimentos del litoral nordeste de La Habana EY, 2011 [en línea] <http://www.scielo.org.mx/scielo.php> [citado el 24 de septiembre de 2015].

¹⁰⁸ SARAVIA, Ana., RODRIGUEZ, Daniela., PACHECO, Oscar., PIEDRA, Oscar. Evaluación de los niveles de hidrocarburos en sedimentos marinos, su posible origen y efectos sobre la actividad de acuicultura entre Punta Morales y Costa de Pájaros en el Golfo de Nicoya. En: Revista Geográfica de América Central. N° 53, ISSN 1011-48X, julio-diciembre 2014 pp. 113-134

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 179 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

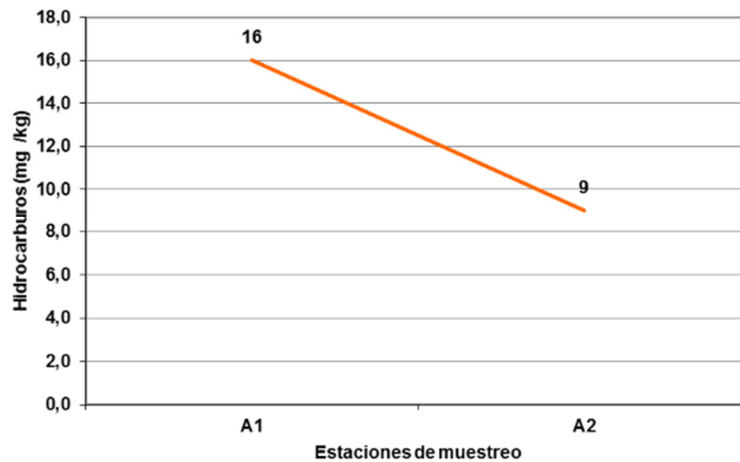


Figura No. 5.69 Comportamiento de hidrocarburos totales en sedimentos continentales
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Los sedimentos juegan un papel importante en la identificación, monitoreo y distribución de metales contaminantes. Un balance inadecuado de la concentración de estos metales puede representar un empobrecimiento de la productividad biológica a bajas concentraciones de metales o a concentraciones muy altas pueden llegar a tener una actividad tóxica. Si bien, algunos metales cumplen un papel importante en el crecimiento, desarrollo y reproducción de los seres vivos, su presencia en muchos casos puede afectar negativamente, incluso en bajas concentraciones¹⁰⁹. A continuación se muestran los resultados obtenidos en los metales evaluados:

❖ Cobre

Este metal tiene gran importancia, debido a que tiene mucha facilidad en adsorberse sobre las partículas sólidas en suspensión e incorporarse rápidamente al sedimento¹¹⁰. La concentración por Cobre en el agua puede afectar la fotosíntesis y desarrollo de las algas, así como las primeras etapas de desarrollo

¹⁰⁹ ALAMA, M. T. Comparación de las concentraciones de elementos traza en la carpa cultivadas y silvestres (Cyprinus carpio) del lago Kasumigaura. 2002.

¹¹⁰ MANTOURA, R., DICKSON, A., y RILEY, J. The complexation of metals with humic materials in natural water. 1978, Estuar and Coastal Marine Science 6, 387-408.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 180 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

de los organismos marinos (huevos, larvas, etc.), e incluso provocar la muerte de los mismo¹¹¹.

Las concentraciones reportadas evidencian una leve diferencia en el contenido de este metal en el punto A2 (7,20 mg/kg) en comparación con el punto A1 (6,90 mg/kg). Ver Figura No. 5.70.

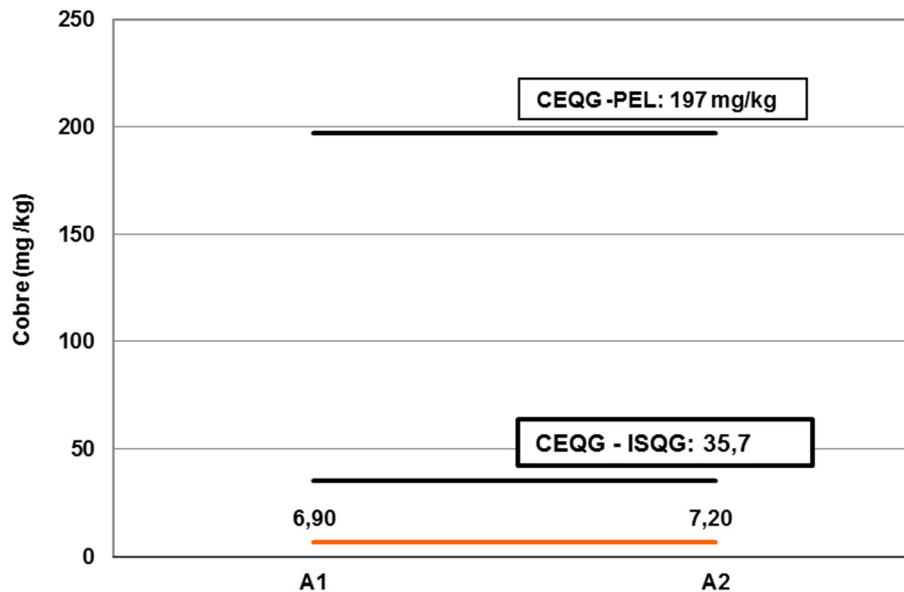


Figura No. 5.70 Comportamiento del cobre en sedimentos continentales
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Con referencia al cumplimiento normativo *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*, ambas concentraciones son inferiores al estándar: ISQG y PEL. Por consiguiente se puede inferir que en tales concentraciones no se espera que haya lugar a efectos biológicos adversos en la biota acuática.

¹¹¹ ZAMUDIO, Rosa. Metales pesados en sedimento marino del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. 2014, México.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 181 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Cromo

El cobre es un metal que ocurre naturalmente en el ambiente en rocas, el suelo, el agua y el aire y es un elemento esencial para los organismos vivos. A nivel de sedimentos, su análisis tiene gran importancia, debido a que tiene mucha facilidad en adsorberse sobre las partículas sólidas en suspensión e incorporarse rápidamente al sedimento. La concentración por cobre en el agua puede afectar la fotosíntesis y desarrollo de las algas, así como las primeras etapas de desarrollo de los organismos marinos (huevos, larvas, etc.), e incluso provocar la muerte de los mismos¹¹².

Las concentraciones obtenidas evidencian un nivel superior en la concentración de Cromo para el punto A1 con 6,3 mg/kg en comparación con el punto A2 con 4,8 mg/kg. Ver Figura No. 5.71.

En lo que respecta al cumplimiento normativo, es posible decir que ambas concentraciones son inferiores al estándar ISQG (37,3 mg/kg) y al estándar PEL (90 mg/kg) según la comparación realizada con la *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*, por lo tanto es posible inferir que las concentraciones obtenidas no interfieren en las actividades metabólicas de los organismos acuáticos

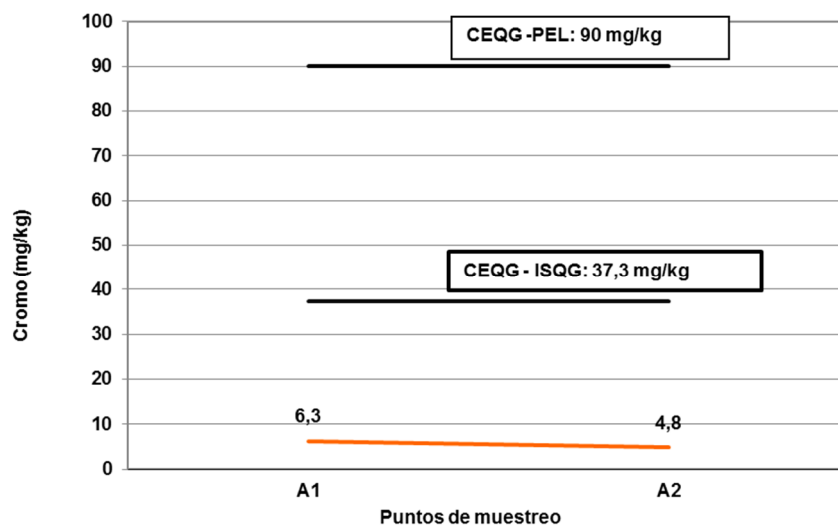


Figura No. 5.71 Comportamiento del Cromo en sedimentos continentales
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

¹¹² ZAMUDIO, Rosa. Metales pesados en sedimento marino del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. 2014, México.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 182 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Níquel

La presencia de Níquel en los cuerpos de agua suele estar principalmente en forma soluble, sin embargo en algunas ocasiones suele formar complejos no muy estables. Así mismo una cierta cantidad de Níquel puede permanecer adsorbido sobre partículas sólidas o sedimentos¹¹³.

Las concentraciones reportadas en ambos puntos de muestreo fueron menores al límite de detección del método empleado por el laboratorio (<0,0059 mg/L), lo cual indica que no hubo un comportamiento diferenciado entre ambos puntos y que su presencia fue casi nula. Ver Figura No. 5.72. Con referencia a la normativa canadiense de calidad para sedimentos (*Canadian Guidelines for the sediment quality, protection of aquatic life*) no establece valores de referencia para este parámetro.

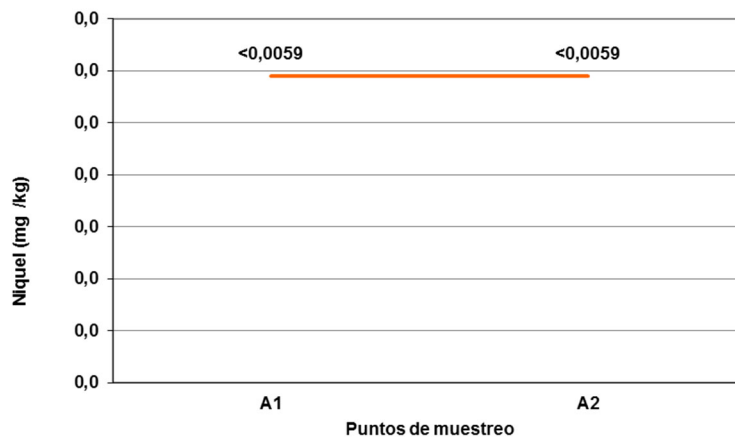



Figura No. 5.72 Comportamiento del Níquel en sedimentos continentales
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Zinc

Este elemento está ampliamente distribuido en la naturaleza asociado a sulfuros de otros metales (Fe, Cu, Cd, Pb), también se puede encontrar como sulfuro de zinc puro en la blenda. Su presencia en aguas naturales, tanto superficiales como subterráneas, es rara, pudiendo encontrarse en forma inorgánica, iónica, o coloidal y siendo sus especies químicas más frecuentes Zn^{2+} , $Zn(OH)^+$ y $ZnCl^{-3}$. Los compuestos poco solubles de Zn (hidróxidos y carbonatos) tienen capacidad de

¹¹³ DOMENECH, X. Química de la Hidrosfera. Origen y destino de los contaminantes. Madrid, 1995.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 183 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

adsorberse fuertemente sobre sedimentos y lodos del fondo del lecho de los cauces hídricos¹¹⁴.

Al igual que en el análisis de Níquel las concentraciones registradas fueron menores al límite de detección del método empleado por el laboratorio (<0,1621 mg/L). Ver Figura No. 5.73

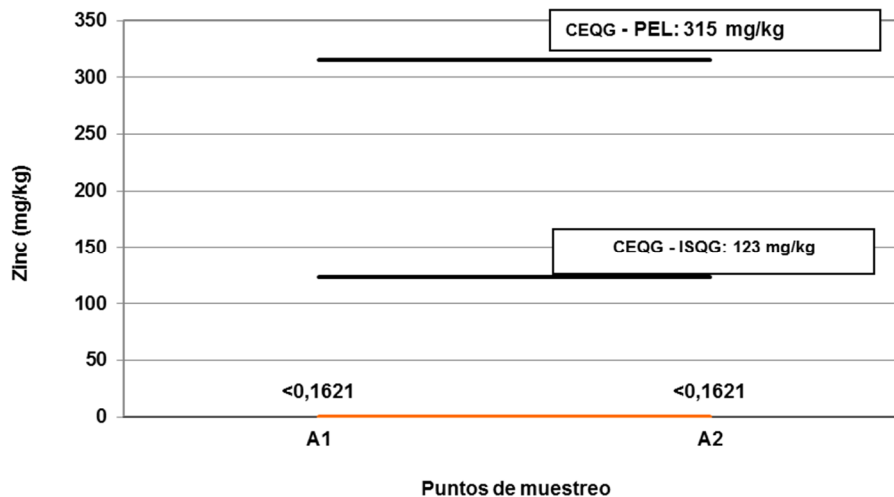


Figura No. 5.73 Comportamiento del Zinc en sedimentos continentales
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Fenoles

La contaminación del medio marino por fenoles es causada principalmente por la descarga de aguas residuales más que por la degradación natural de la materia orgánica, destacando las aguas industriales procedentes del procesamiento del carbón, refinerías, producción de celulosa y madereras, tintorerías y la manufactura de plaguicidas, plásticos y resinas¹¹⁵.

Los fenoles además de tener un efecto sobre los organismos, representan un problema estético para el ambiente acuático ya que alteran sus características de color y olor. La coloración del agua puede alcanzar tonalidades desde amarillas

¹¹⁴ MARÍN, R. Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Madrid: Ediciones días de Santos S.A., 2003.

¹¹⁵ CAMPOS, C. Compuestos fenólicos y el medio ambiente. CUBA, 2009

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 184 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

hasta cafés, situación causada por la presencia de algunos fenoles sustituidos o por los productos del proceso de oxidación de la familia en estudio¹¹⁶.

Las concentraciones de fenoles en los dos puntos de monitoreo A1 y A2 reportaron el límite de detección de la técnica analítica, reafirmando que los sedimentos provenientes del río León no presentan concentraciones importantes de este compuesto. Ver Figura No. 5.74.

Con referencia a la normativa la guía canadiense de calidad para sedimentos (*Canadian Guidelines for the sediment quality, protection of aquatic life*) no establece criterios de referencia para este parámetro.

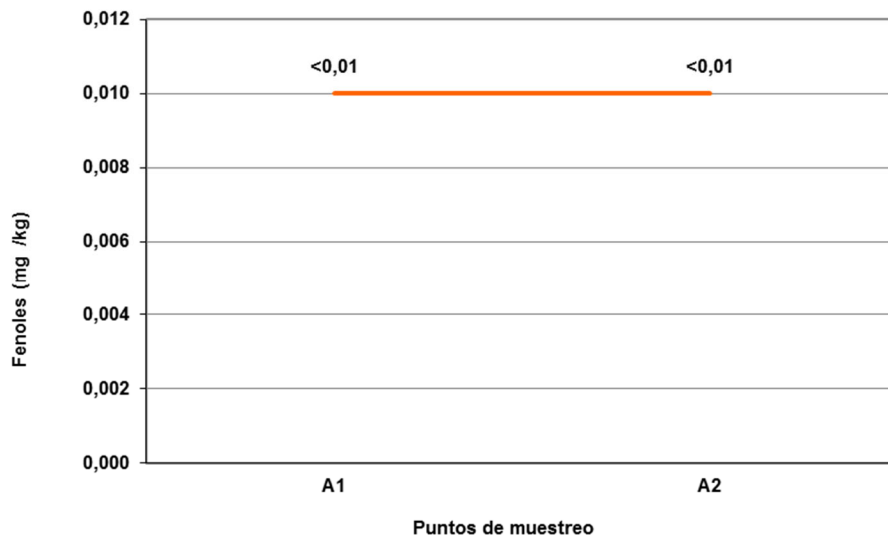



Figura No. 5.74 Comportamiento de los fenoles en sedimentos continentales
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

- Comparación con la norma nacional e internacional

Debido a que la normatividad colombiana no establece límites en la calidad de los sedimentos continentales, se compararon los resultados obtenidos con límites establecidos por la guía canadiense "*Canadian Sediment Quality Guidelines for*

¹¹⁶ Ibíd.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 185 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

*the protection of aquatic life*¹¹⁷ como se hizo referencia en las gráficas anteriores y se hace un resumen en la Tabla No. 5.30 que se muestra a continuación:

Tabla No. 5.30 Comparación de los resultados obtenidos con la norma

Parámetro	Resultados		Norma Canadiense Protección de la Vida Acuática		Cumplimiento
	A1	A2	ISQG	PEL	
Cobre, mg Cu/kg	6,90	7,20	35,7	197	Cumple
Cromo, mg Cr/kg	6,3	4,8	37,3	90	Cumple
Zinc, mg Zn/kg	<0,1621	<0,1621	123	315	Cumple

Fuente: *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*¹¹⁸
 ISQG: Estándar intermedio de la calidad del sedimento
 PEL: Nivel de efecto probable

Todos los parámetros evaluados que tienen un valor de referencia para comparar, se encontraron por debajo del ISQG (Estándar intermedio de la calidad del sedimento) y de PEL (Nivel de efecto probable), por lo tanto a esas concentraciones no se encuentran con frecuencia efectos biológicos adversos.

5.1.7 Usos del agua



- *Usos y usuarios actuales*

En la cuenca hidrográfica del río León se asientan los principales núcleos de la población de la región y por ello es el área de mayor desarrollo. Los principales afluentes de este río se hallan en su margen derecha, siendo los más importantes Villarteaga, Juradó, Cuapá, Chigorodó, Carepa y Zungo¹¹⁹. Esta cuenca aún no cuenta con el plan de manejo y ordenación (POMCA), sin embargo por medio de la Resolución No. 200-03-20-99-1341-2014 de CORPOURABÁ se ha declarado su

¹¹⁷ CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT – CCME. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Guidance on the Site-Specific Application of Water Quality Guidelines in Canada: Procedures for Deriving Numerical Water Quality Objectives. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999. [En línea] < <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/en/index.html> > [Consultado 11, septiembre, 2015]

¹¹⁸ Ibid.

¹¹⁹ DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Plan estratégico para la región de Urabá – Darién. Primera fase: Construcción de insumos para el proceso en la Región. Medellín, 2006. 154 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 186 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

ordenación para poder así realizar una planeación adecuada del uso del suelo, agua, flora y fauna.

El río León viene siendo empleado como artería fluvial por parte de las bananeras, quienes sacan su producto de exportación en barcazas, desde los terminales ubicados aguas arriba hasta el sitio de fondeo de los buques en Bahía Colombia¹²⁰. Así mismo, el río León es el cauce receptor de los sistemas de alcantarillado de municipios como Apartadó, Chigorodó, Carepa y Mutatá, recibiendo también la escorrentía y los sistemas de drenaje de las bananeras a lo largo de su cuenca.

El río León presenta restricciones muy altas para la mayoría de los usos después de la afluencia del río Carepa, especialmente para la utilización de agua con fines agrícolas debido al alto contenido de cloruros, que puede propiciar la salinización del suelo. En el tramo comprendido entre Barranquillita y la confluencia del río Chigorodó, presenta riesgos para consumo humano y recreativo, pero no tan altos como la parte baja del río León. La preservación de flora y fauna tiene limitantes de oxígeno disuelto entre las desembocaduras del río Carepa y el caño Carepita¹²¹.

En el área de influencia del proyecto no se identificó ninguna concesión o vertimiento de aguas autorizado por Corpourabá¹²², sin embargo como referencia se tomaron en cuenta los puntos que se encontraron a una distancia menor de 5 km a la redonda del área de influencia del componente abiótico del proyecto y que fueran afluentes de la cuenca del río León, ver Figura No. 5.75 , Tabla No. 5.31 y Tabla No. 5.32.

¹²⁰ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Grupo de Investigación Oceanicos. Análisis de las alternativas para la mitigación de la problemática de la sedimentación en la desembocadura del río León. Medellín, 2010. 113 p.

¹²¹ PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABA S.A. y ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A. Estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de un terminal portuario de graneles sólidos. Turbo. 2010. 428 p.

¹²² CORPOURABÁ, Base de datos, 2013.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 187 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

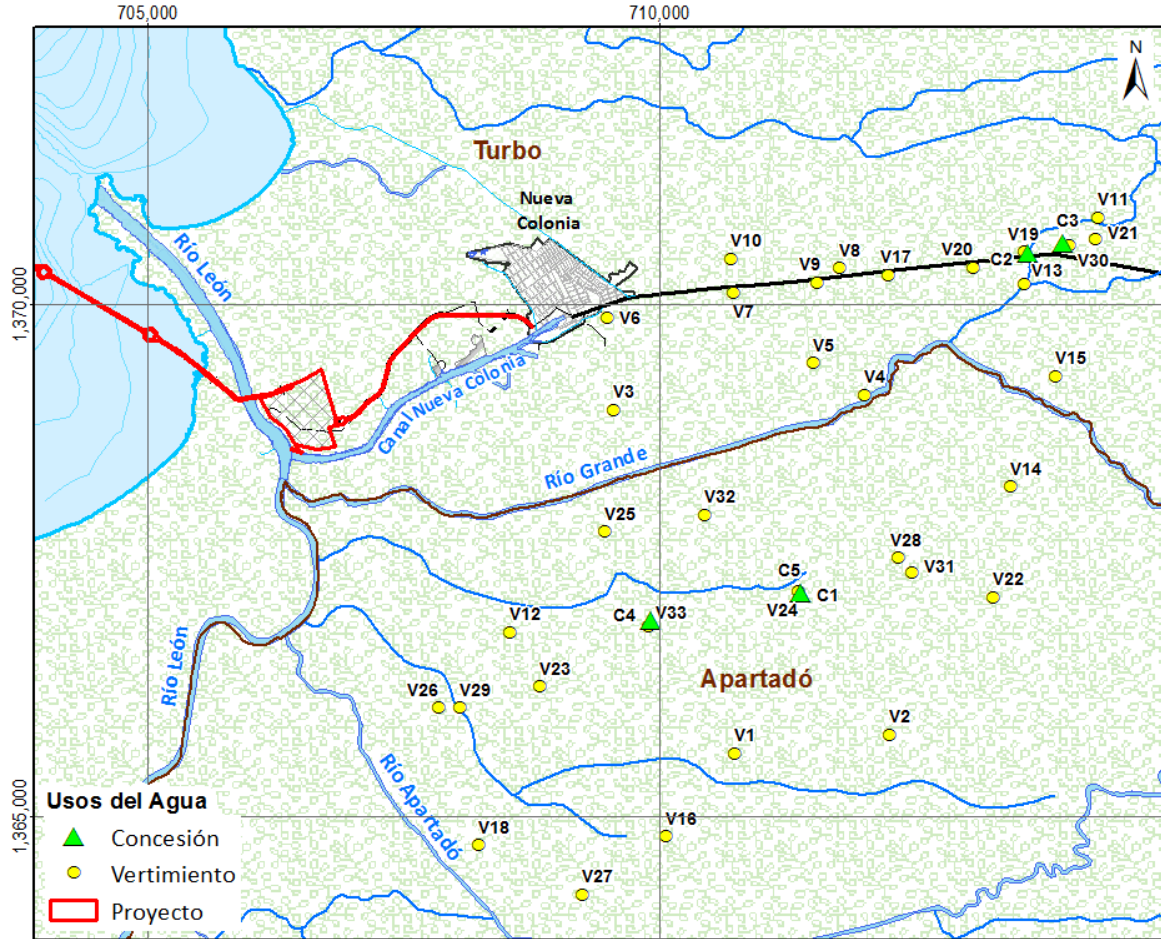


Figura No. 5.75 Puntos de agua. Concesiones superficiales y vertimientos de agua autorizados por Corpourabá¹²³

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de CORPOURABÁ, 2013¹²⁴

¹²³ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL URABÁ-CORPOURABÁ, Base de datos, 2013.

¹²⁴ Ibid.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 188 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.31 Registro de concesiones

ID	Usuario concesión	Cuenca	Tipo de captación	Uso agua	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
					ESTE	NORTE
C1	C.I. CONSERBA S.A.	Turbo	Superficial	Doméstico, Agrícola	711.375,8	1.367.185,5
C2	C.I. UNIBAN S.A.	Turbo	Superficial	Doméstico, Agrícola	713.598,1	1.370.505,2
C3	C.I. UNIBAN S.A.	Turbo	Superficial	Agrícola	713.929,8	1.370.601,5
C4	C.I. UNIBAN S.A.	Apartadó	Superficial	Agrícola	709.917,6	1.366.917,9
C5	NO APLICA	Tonusco	Superficial	Riego	711.375,8	1.367.185,5

Fuente: CORPOURABÁ, 2013¹²⁵

Tabla No. 5.32 Registro de vertimientos

ID	USUARIO	MUNICIPIO	SITIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
				ESTE	NORTE
V1	C.I. Banacol S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	710.734,3	1.364.724,2
V2	C.I. Banacol S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	712.237,9	1.364.922,2
V3	C.I. Banacol S.A.	Turbo	Nueva Colonia	709.544,3	1.368.065,6
V4	C.I. Banacol S.A.	Turbo	Nueva Colonia	711.995,0	1.368.224,5
V5	C.I. Banacol S.A.	Turbo	Nueva Colonia	711.494,1	1.368.534,3
V6	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	709.485,6	1.368.962,6
V7	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	710.713,5	1.369.212,6
V8	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	711.757,5	1.369.462,4
V9	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	711.529,7	1.369.317,8
V10	C.I. Banafut S.A.	Turbo	Nueva Colonia	710.694,2	1.369.544,3
V11	C.I. Conserva S.A.	Turbo	Comunal La Suerte	714.268,6	1.369.974,8
V12	C.I. Conserva S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	708.540,1	1.365.892,7
V13	C.I. Proban S.A.	Turbo	Palos Blancos	713.550,1	1.369.313,5
V14	C.I. Proban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	713.427,4	1.367.344,2
V15	C.I. Proban S.A.	Turbo	Nueva Colonia	713.860,3	1.368.426,0
V16	C.I. Tropical S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	710.057,6	1.363.912,5



¹²⁵ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 189 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

ID	USUARIO	MUNICIPIO	SITIO	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
				ESTE	NORTE
V17	C.I. Uniban S.A.	Turbo	Nueva Colonia	712.229,2	1.369.395,2
V18	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	708.229,5	1.363.812,6
V19	C.I. Uniban S.A.	Turbo	Nueva Colonia	713.555,1	1.369.630,0
V20	C.I. Uniban S.A.	Turbo	Nueva Colonia	713.054,5	1.369.479,0
V21	C.I. Uniban S.A.	Turbo	Comunal La Suerte	714.254,9	1.369.759,7
V22	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	713.252,0	1.366.262,6
V23	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	708.834,2	1.365.361,5
V24	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	711.351,4	1.366.313,0
V25	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	709.460,1	1.366.876,6
V26	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	707.845,5	1.365.148,7
V27	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	709.244,5	1.363.340,4
V28	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	712.325,4	1.366.642,7
V29	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	708.050,9	1.365.148,9
V30	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	713.994,0	1.369.704,1
V31	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	712.459,4	1.366.504,6
V32	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Palos Blancos	710.436,2	1.367.049,5
V33	C.I. Uniban S.A.	Apartadó	Comunal La Cordialidad	709.883,5	1.365.952,3

Fuente: CORPOURABÁ, 2013¹²⁶

¹²⁶ *Ibíd.*

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 190 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Indicadores de referencia*

Como información de referencia se tomó el Estudio Nacional del Agua (ENA 2014)¹²⁷ en el que se definen tres niveles jerárquicos de análisis espacial: 1) las cinco áreas hidrográficas asociadas a las principales vertientes del país: Caribe, Magdalena-Cauca, Orinoco, Pacífico y Amazonia; 2) las zonas hidrográficas, y 3) las subzonas hidrográficas que conforman las zonas hidrográficas, que en total corresponden a 316. A partir de la concepción de los mismos, se describe la oferta hídrica superficial y el desarrollo de los diferentes indicadores hídricos.

Las subzonas hidrográficas se identifican como subsistemas hídricos con características de relieve y drenajes homogéneos, integrado por cuencas de las partes altas, medias o bajas de una zona hidrográfica y que captan agua y sedimentos de los tributarios de diferente orden como nacimientos de agua, arroyos, quebradas y ríos. Teniendo en cuenta lo anterior, el área de estudio se encuentra ubicada sobre la subzona hidrográfica río León. Esta subzona cuenta con una oferta total para un año medio de 4.526 millones de metros cúbicos (Mm³) y de 1.488 millones de metros cúbicos (Mm³) para un año seco.

De los indicadores relacionados por el Estudio Nacional del Agua¹²⁸, se tuvo en cuenta para el presente estudio el Índice de uso del agua (IUA) el cual mide la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, el Índice de retención y regulación hídrica (IRH) el cual evalúa la capacidad de la cuenca para mantener un regimen de caudales y la capacidad de retención de humedad y el Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (IVH) que se define como el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua.

En el Estudio Nacional del Agua¹²⁹ se concluyó para la subzona del río León según el índice de uso del agua (IUA) que la presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible en año medio y moderado en año seco. En cuanto al índice de retención y regulación hídrica (IRH) la cuenca es de baja regulación y para el índice de vulnerabilidad hídrica (IVH) la subzona hidrográfica cuenta con un índice medio, es decir que ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenomeno Cálido del Pacífico (El Niño) se podría generar riesgo

¹²⁷ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL -MAVDT. Estudio Nacional del Agua. Bogotá, 2014. 493 p. ISBN: 978-958-8067-70-4.

¹²⁸ *Ibíd.*

¹²⁹ *Ibíd.*

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 191 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

de desabastecimiento por disminuciones de caudal entre 10% y 55%. Ver Tabla No. 5.33.

Tabla No. 5.33 Indicadores hídricos para la subzona hidrográfica del Río León para condiciones hidrológicas medias y secas

Subzona hidrográfica	Área (km2)	Oferta disponible		Índice de uso agua			Índice de regulación		Índice vulnerabilidad	
		Oferta media (Mmc)	Oferta seca (Mmc)	IUA año medio	Categoría IUA	IUA año seco	Categoría IUA	Índice	Categoría	Año medio
Río León	2278	2940	967	4,74	Bajo	14.41	Moderado	61,40%	Bajo	Medio

Mmc: Millones de metros cúbicos

Fuente: Estudio Nacional del Agua, 2014¹³⁰

Con respecto a los contaminantes de carga orgánica y química (DQO y DBO) el río León tiene presiones de altas a muy altas (Ver Tabla No. 5.34) y en año seco estas condiciones se agudizan, generando que los efectos de fenómenos extremos como El Niño resulten particularmente severos¹³¹.

Tabla No. 5.34 Cargas contaminantes de DBO, DQO y DQO-DBO

Área hidrográfica	Zona hidrográfica	Subzona hidrográfica	DBO (t/año)	DQO (t/año)	DQO - DBO (t/año)
Caribe	Caribe-Litoral	Río León	4171	7847	3676

Fuente: Estudio Nacional del Agua, 2014¹³²


5.1.8 Hidrogeología

Las aguas subterráneas en el eje bananero constituyen una base fundamental para el suministro de agua a la población, para la economía y la productividad de la región, constituye también una fuente de abastecimiento para varias comunidades situadas en las cabeceras rurales y urbanas de los municipios de Carepa, Turbo y Chigorodó. Del aprovechamiento del agua subterránea dependen

¹³⁰ Ibíd.

¹³¹ Ibíd.

¹³² Ibíd.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 192 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

empleos directos e indirectos, convirtiendo a éste recurso en un motor del desarrollo económico de la región¹³³.

En la región de Urabá desde hace varias décadas éste recurso ha sido ampliamente empleado en la producción agrícola, especialmente en el sector bananero, sin embargo con el aumento de la población y la escasez de las aguas superficiales, las empresas prestadoras del servicio de agua potable han puesto su interés en aprovechar este recurso.

Buscando una mejor manera de administrar el recurso, CORPOURABA ha venido realizando estudios con entidades públicas y privadas a fin de conocer y poder caracterizar lo mejor posible el acuífero del golfo de Urabá, sin embargo los modelos hidrogeológicos obtenidos de dichos estudios han sido de carácter general, y es que descifrar el ambiente geológico bajo la superficie del terreno es una tarea compleja que a menudo es interpretada de manera incorrecta; la razón para ello es que el ambiente de las aguas subterráneas está oculto a la vista, y las impresiones que se tienen pueden ser engañosas¹³⁴.

En el presente aparte es de interés elaborar un modelo hidrogeológico conceptual capaz de mostrar la distribución espacial de los diferentes cuerpos de acuíferos, interpretando registros geofísicos localizados en inmediaciones del área de proyecto de la terminal portuaria de Bahía Colombia, así también utilizando algunos registros históricos de campañas de exploración previas adelantadas por Corpourabá, La Universidad Nacional y entes gubernamentales y/o Privados, de tal manera que pueda definirse en extensión y profundidad la magnitud de los acuíferos, definiendo una línea base para monitoreo de calidad y conservación del recurso. La información será presentada mediante cortes estratigráficos, shapés temáticos y perfiles longitudinales.


- *Aspectos regionales y locales*

Con el fin de poder explicar el modelo conceptual del acuífero en el proyecto, se requiere poseer información y conocimiento del entorno geológico de la zona.

La información geológica aquí remitida comprenderá un resumen bibliográfico que toma como base la evaluación del agua subterránea en la región de Urabá

¹³³ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ -CORPOURABÁ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA- UNAL. Hidrogeología del acuífero del Eje Bananero de Urabá. 2010

¹³⁴ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ -CORPOURABÁ Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero del golfo de Urabá elaborado a partir de la interpretación de información geológica y geofísica. 2013

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 193 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

realizada por INGEOMINAS en 1995¹³⁵, el estudio geológico realizado por la ANH (2009)¹³⁶, información de trabajos públicos y privados recientes, así como la información obtenida de trabajos en campo.

- Unidades hidrogeológicas regionales

En la zona del Urabá Antioqueño existen dos unidades terciarias bien diferenciadas, la unidad T1, de origen marino y la unidad T2, de origen continental. Sin embargo en la zona Norte, el terciario está representado casi en su totalidad por la unidad T1¹³⁷.

INGEOMINAS (1995)¹³⁸ y Universidad Nacional de Colombia (1996), distinguen las unidades hidrogeológicas T2C, T2B, T2A, T1, Depósitos aluviales a continuación se describen las unidades hidrogeológicas regionales presentes en el área de estudio.

❖ **Unidad T2C**

Corresponde a la subunidad superior de la unidad T2, aflora en superficie al occidente de la cordillera occidental y hacia el norte como una franja delgada en dirección surnorte; infrayace a la unidad Qal y se encuentra por encima de la unidad T2B. Los espesores de esta unidad varían entre 5 y 70 m. entre turbo y Apartadó.

❖ **Unidad T2B**


Corresponde a la subunidad media de la unidad geológica T2 y aflora hacia el oriente del área de influencia. En profundidad infrayace a la unidad T2C y suprayace a la unidad T2A. El conjunto presenta espesores que varían entre 20 y 190 metros., siendo máximos en los municipios de Carepa y Chigorodó, donde constituye el núcleo principal del anticlinal de Chigorodó.

¹³⁵ SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO – SGC (Anteriormente INGEOMINAS). Evaluación del agua subterránea en la región de Urabá, departamento de Antioquia. (inédito). Informe 2229,1995.

¹³⁶ AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS – ANH & UNIVERSIDAD NACIONAL - UNAL. Proyecto Cartografía Geológica y Modelamiento Estructural De las cuencas de Urabá Y Sinú-San Jacinto A Partir De La Interpretación De Imágenes De Sensores Remotos Y Monitoreo Sísmico. 2009

¹³⁷ HAFFER, J. On the Geology of the Uraba and northern Choco report. 357 (mecanografiado). ECOPEPETROL. Bogotá, 1967. 105 p.

¹³⁸ SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO – SGC (Anteriormente INGEOMINAS). 2005. Op cit.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 <p>aqua & terra</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 194 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>

❖ Unidades T2A y T1

Corresponden a la subunidad inferior de la unidad T2, y a la unidad T1 respectivamente, se clasifican como unidades de importancia hidrogeológica relativa muy pequeña a Nula.

❖ Depósitos de Llanura Aluvial

La unidad cubre la parte plana del área de estudio, es decir, desde el piedemonte de la serranía de Abibe hacia el occidente, constituye el acuífero más superficial de la región en la región y presenta espesores máximos 30 m. En la zona de influencia posee un espesor variable entre 6 y 30 m, según la geofísica y hasta la profundidad de las exploraciones mecánicas realizadas.


De acuerdo con los monitoreos realizados a la red de pozos de Urabá se deduce que la dirección de flujo de aguas subterráneas corresponde a NorOeste; ésta tendencia es modificada a la entrada en operación de los sistemas de riego de la región, correspondiente a la época seca.

La zona de estudio se caracteriza por una topografía suave a ligeramente ondulada, en el piedemonte de la serranía ocurren abanicos aluviales producidos por los ríos que nacen al oriente de las partes altas. Los principales drenajes adyacentes a la zona corresponden a la cuenca del río León, el cual sigue un recorrido sureste-noroeste, para luego girar hacia el norte y desembocar en el golfo de Urabá.

- Unidades hidrogeológicas locales del área de influencia

Para el área de influencia del proyecto se definieron dos grandes unidades hidrogeológicas que se describen a continuación, las cuales se definieron a partir del comportamiento de las aguas subterráneas y de la información primaria registrada de las campañas de exploración¹³⁹:

¹³⁹ PIO S.A.S., EDIFICA COLOMBIA LTDA "Ingeniería básica y de detalle, compras y suministro de materiales, construcción, montaje y puesta en operación de las obras requeridas para la fase 1 del terminal portuario Puerto Antioquia ubicado en la desembocadura del río León, en el golfo de Urabá, departamento de Antioquia". Estudio Geotécnico para Ingeniería Conceptual, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 195 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Acuíferos Cuaternarios Aluviales (Acf)

Existen por lo menos dos franjas del Cuaternario que presentan una litología de arenas finas, medianas y gruesas, una dentro de los primeros 45 a 50 m, y otra de 70 a 100 m en el área de influencia (ver MOD_LA_PTO_ANT_20_Hidrogeología).

Se presume por los estudios realizados en el golfo de Urabá que el espesor del acuífero más superficial posee entre 6 y 45 metros de espesor en la zona, que posteriormente es interrumpido o confinado por una matriz arcillosa de alta plasticidad y rigidez, que generaría el segundo nivel de acuíferos, este poseería las recargas tomadas del piedemonte de la serranía de Abibe, teniendo acceso a las capas subyacentes del depósito aluvial por varias condiciones, como un posible fracturamiento y alterabilidad de la roca, la dirección del buzamiento y la orientación de anticlinales y sinclinales

El acuífero del Terciario corresponde a niveles de conglomerados de la Formación Arenas Monas (T2C) y aparece más cerca de la superficie hacia las partes orientales del área, este no alcanzó a detectarse en el área de influencia.



La calidad del agua subterránea del acuíferos en el área de influencia oscila entre poco dulce y salobre. El estudio de Vásquez, 2011¹⁴⁰ menciona la existencia de un solo nivel con agua salada a poca profundidad, debido al avance de una cuña marina al interior de la zona continental, en proximidades al Golfo de Urabá.

La porosidad estimada de los acuíferos corresponde a 0.34, y la porosidad efectiva es de un 0.19. Sin embargo de acuerdo al ritmo de depositación y la heterogeneidad de la terraza aluvial del cuaternario se recomiendan más ensayos y exploraciones hacia la zona costera, a fin de determinar de mejor manera la extensión real de los acuíferos.

❖ Acuitardos (Act)

Teniendo en cuenta los perfiles geológicos y litoestratigráficos realizados en estudios anteriores, y los detectados en las exploraciones directas realizadas en el área de proyecto, se consideran los depósitos aluviales y aluviotorrenciales situados hacia la parte oriental del área de influencia como depósitos con bajo potencial hidrogeológico, donde el transito del agua es más lento y hay poca

¹⁴⁰ VÁSQUEZ, L. Evaluación de la información hidrogeológica derivada de la perforación de pozos profundos y de sondeos eléctricos verticales. 2011.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 196 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

interconexión entre zonas con contenido de agua (ver MOD_LA_PTO_ANT_20_Hidrogeologia).

- Tectónica

La zona de influencia se encuentra en medio de la interacción de dos grandes bloques tectónicos; al occidente el bloque Panamá-Chocó que se extiende desde el extremo noroccidental de la cordillera occidental hasta las serranías del Darién y San Blas, y al oriente se encuentra el bloque andino correspondiente a la placa suramericana. La zona de sutura entre ambas placas sigue la falla de Uramita localizada sobre el flanco occidental de la cordillera occidental¹⁴¹ (ver Figura No. 5.76 y Figura No. 5.77).

La tectónica del área de Urabá también se encuentra asociada a la dinámica existente entre bloques, que representan los eventos geológicos registrados en la planicie, en la serranía de Abibe y zonas aledañas, que son el fiel reflejo del relieve existente, como respuesta a eventos de compresión, distensión, transpresión y transtensión¹⁴².

La presencia de lineamientos estructurales, dislocaciones tectónicas y estructuras regionales en el área, como la Falla de Uramita y sinclinales amplios, controlan la magnitud y extensión de los acuíferos.

¹⁴¹ PIO S.A.S., EDIFICA COLOMBIA LTDA". Estudio Geotécnico para Ingeniería Conceptual, 2015. Op Cit.


¹⁴² UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-UNAL, CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ –CORPOURABÁ. Modelo Geológico Conceptual Del Acuífero Del Golfo de Urabá A Partir De La Interpretación De Información Geológica Y Geofísica. 2010. 50 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		 aqua & terra
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		



Figura No. 5.76 Mapa geológico elaborado con base en las planchas 58, 59, 60, 68, 69, 70, 79bis, 79, 80, 89, 90, 91, 101, 102 y 103 a escala 1:100000.
 Fuente INGEOMINAS 1999 y 2005, en PIO S.A.S, 2015¹⁴³

¹⁴³ PIO S.A.S., EDIFICA COLOMBIA LTDA, 2015. Op cit.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 198 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

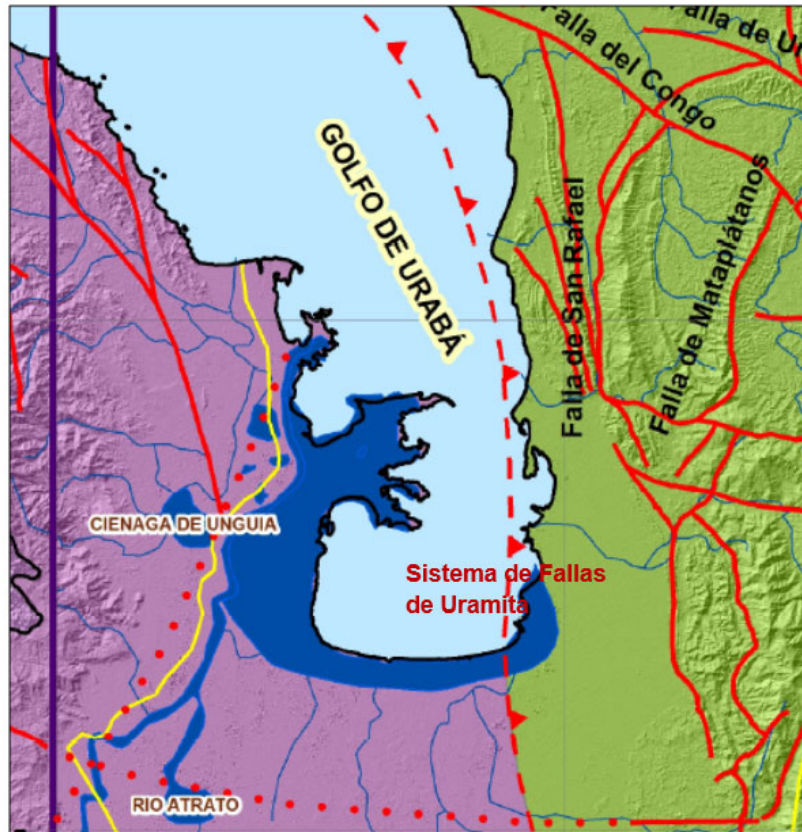


Figura No. 5.77 Esquema tectónico de la región de Urabá, mostrando la falla de Uramita.
Fuente INGEOMINAS 1999 y 2005, en PIO S.A.S, 2015¹⁴⁴

Es altamente probable que debido a la actividad tectónica en el golfo de Urabá, y a la presencia de fallas, el macizo rocoso se encuentre alterado y fracturado en su estructura más superficial, brindando de esta manera un medio de movilización de agua subterránea.

- *Prospecciones Geofísicas aplicables al área de influencia*

La prospección geofísica corresponde a un conjunto de metodologías que emplean técnicas físicas y matemáticas, aplicables a la exploración del subsuelo para la búsqueda y estudio de recursos minerales, o sustancias útiles, por medio de observaciones efectuadas desde el aire, agua, sobre la superficie terrestre y al interior de pozos o perforaciones.

¹⁴⁴ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 199 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

En este caso se cuenta principalmente con ensayos puntuales de resistividad eléctrica (**SEV**), correlacionados con observaciones sobre piezómetros instalados, y pozos de extracción de agua, así como con campañas geológicas y geotécnicas adelantadas para propósitos de Diseño y Construcción de Infraestructura Portuaria.

A continuación en la Tabla No. 5.35 y en la Figura No. 5.78 se presenta el resumen de los registros y ensayos existentes aplicables a la posterior interpretación hidrogeológica de la zona de influencia.

Tabla No. 5.35 Datos y Nomenclatura de registros y ensayos aplicables al área de influencia – Coordenadas en Magna–Sirgas, Origen Bogotá (Modificado)

Punto	Tipo	Código	Coor_X	Coor_Y
2	Piezómetros, Pozos, SEV	PzC 03	708742,51	1368963
3	Piezómetros, Pozos, SEV	PzC 04 - Banacol Nueva Colonia	708754,32	1368960
4	Piezómetros, Pozos, SEV	PzC 05 - Edgar Silva	707749,06	1368620
169	Piezómetros, Pozos, SEV	CU_SEV_8 - Uniban	708426,29	1368886
179	Piezómetros, Pozos, SEV	GUAD_SEV_4	708858,73	1368314
205	Piezómetros, Pozos, SEV	Finca Iris Recreo	708533,06	1365906
207	Piezómetros, Pozos, SEV	Banacol nueva Colonia 1	708742,51	1368963
208	Piezómetros, Pozos, SEV	Banacol nueva Colonia 2	708754,32	1368960
209	Piezómetros, Pozos, SEV	Edgar Silva	707749,06	1368620

Fuente: CORPOURABA, 2011¹⁴⁵

¹⁴⁵ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ –CORPOURABÁ. Evaluación de la información hidrogeológica derivada de la perforación de pozos profundos y de sondeos eléctricos verticales. 2011

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 200 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

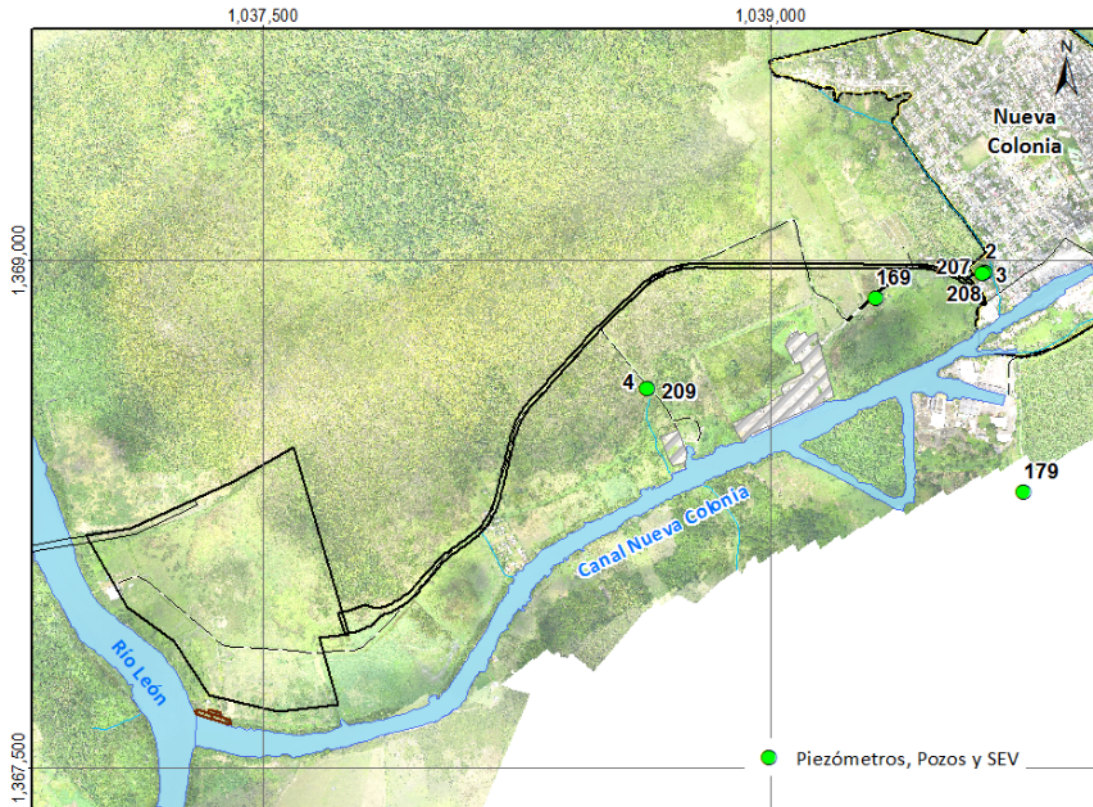



Figura No. 5.78 Localización de Piezómetros, Pozos y SEV en zona de influencia.
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

La resistividad eléctrica es una propiedad física que varía para cada tipo de medio en el cual es medida, por medio de la cual es posible establecer diferencias entre la conformación litológica de una masa de suelo, roca o fluidos.

La técnica más empleada en superficie para conocer la distribución de resistividades eléctricas con la profundidad ha sido el Sondeo Eléctrico Vertical (SEV), Su método geoelectrónico permite a partir de los valores y contrastes de resistividad, determinar las profundidades a las que se encuentran las unidades con diferentes valores de resistividad, partiendo de la interpretación de una curva observada de resistividades aparentes. La interpretación de las curvas de sondeo obtenidas en campo con parámetros teóricos y con los registros de columnas estratigráficas conocidas, permite la interpretación del sondeo.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 201 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Base del Método:

Cuando se aplica corriente por conducción en el suelo a través de electrodos, cualquier variación en conductividad en el subsuelo altera el flujo de corriente dentro de éste, y éste a su vez afecta la distribución del potencial eléctrico.

El grado al cual el potencial en superficie es afectado depende del tamaño, localización, forma y conductividad del material que conforma la sección investigada a partir de las medidas de potencial hechas en superficie. La práctica usual es inyectar corriente al subsuelo por medio de dos electrodos y medir la diferencia de potencial entre un segundo par colocado en línea entre los primeros. A partir de los valores de diferencia de potencial, la corriente aplicada y también la separación de electrodos, una cantidad denominada “Resistividad Aparente” puede calcularse.

La variación es de esta resistividad aparente con el cambio en la posición o espaciamiento de los electrodos, la que da información acerca de las variaciones en la estratificación del subsuelo.

Las curvas del sondeo se interpretan con la ayuda de modelos matemáticos o curvas patrones, la cual es representada en un diagrama bilogarítmico en donde se deduce la resistividad (Ohm-m) y la profundidad (Espesor-m) de las diferentes capas que conforman el subsuelo.

A continuación se muestra en la Tabla No. 5.36 con valores típicos de resistividad eléctrica para diferentes tipos de materiales.

Tabla No. 5.36 Valores Típicos de Resistividad Eléctrica

Tipo de material	Resistividad (Ω -m)
Basamento. Roca sana con diaclasas espaciadas	>10000
Basamento. Roca fracturada	1500-5000
Basamento. Roca fracturada saturada con agua corriente	100-2000
Basamento. Roca fracturada saturada con agua salada	50-100
Gruss parcialmente saturado	500-1000
Gruss saturado	40-60
Saprolito parcialmente saturado	200-500
Saprolito saturado	40-100
Gravas parcialmente saturadas	500-2000
Gravas saturadas	300-500
Arenas parcialmente saturadas	400-700
Arenas saturadas	100-200
Limos parcialmente saturados	100-200
Limos saturados	20-100
Limos saturados con agua salada	5-15

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 202 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tipo de material	Resistividad (Ω -m)
Arcillas parcialmente saturadas	20-40
Arcillas saturadas	5-20
Arcillas saturadas con agua salada	1-10
Ceniza volcánica seca	1000-2000
Ceniza volcánica húmeda	300-1000
Ceniza volcánica saturada	100-300

Fuente: BIOEXPLORA S.A. 2009¹⁴⁶.

De acuerdo con los registros en los pozos, piezómetros y ensayos SEV disponibles en el área de influencia y que corresponden a la base de la presente evaluación a continuación se muestran los reportes de campo para el área de influencia y los pozos aplicables en la Tabla No. 5.37 y en la Figura No. 5.79 a la Figura No. 5.81.

Tabla No. 5.37 Registro de Resistividades Eléctricas de ensayos y Exploraciones Existentes en la zona de Influencia

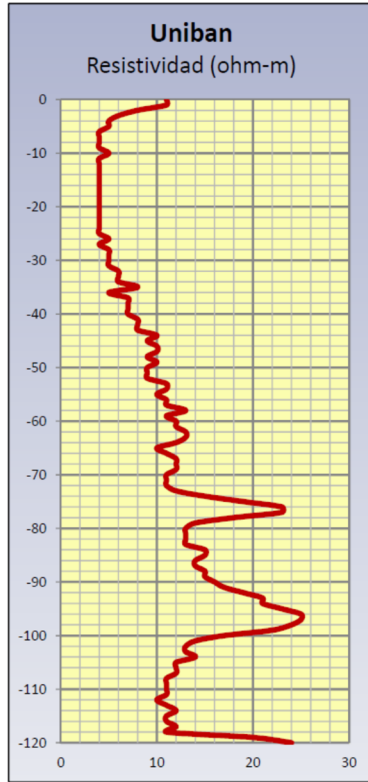
X	Y	PUNTO	ISORES50	ISORES100	ISORES190	TECHO_T	BASE_Q	ESPESOR Tw	ESPESOR ARCILLOLITAS
1039312	1368886	CU_SEV_8 Uniban	10	20	10	-	100	-	-
1039749	1368314	GUAD_SEV_4	9	9	9	-	95	-	-
1039422	1365906	Finca Iris Recreo	-	-	-	-	96	-	-
1039637	1368963	Banacol nueva Colonia 1	-	-	-	-	98	-	-
1039628	1368960	Banacol nueva Colonia 2	-	-	-	-	-	-	-
1038638	1368620	Edgar Silva	-	-	-	-	95	-	-

Fuente: CORPOURABÁ, 2011¹⁴⁷

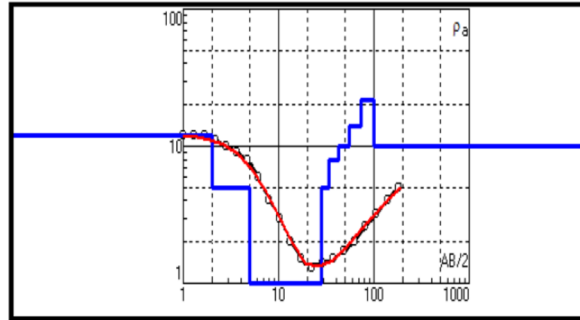
¹⁴⁶ BIOEXPLORA S.A. "Estudio Hidrogeológico en la finca Agriban en el eje bananero de Urabá para diseño hidráulico de Pozos. 2009. 44pp.

¹⁴⁷ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ –CORPOURABÁ. 2011. Op Cit.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 203 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>



SEV POZO UNIBAN (120 m)



N	p	h	d	Alt
1	12	2	2	-2
2	5	3	5	-5
3	1	23	28	-28
4	5	6	34	-34
5	8	9	43	-43
6	10	12	55	-55
7	14	19	74	-74
8	22	26	100	-100
9	10			

Figura No. 5.79 Registro CU_SEV_8 Uniban
Fuente: CORPOURABÁ, 2011¹⁴⁸


¹⁴⁸ Ibid. .

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 204 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

COLUMNA LITOLÓGICA	
PIEZÓMETRO No. 05 FINCA E. SILVA	
INTERVALO	DESCRIPCIÓN DEL INTERVALO
0 - 4	ARCILLA, GRIS MEDIO A GRIS VERDOSA, MOTEADA CON MARRÓN, OCRE, ÓXIDOS DE HIERRO, MEDIA DURA, PLÁSTICA, POCO SOLUBLE.
4.0 - 6	ARENA NEGRA, FINA A MUY FINA, ABUNDANTE MATRIZ LIMOSA, ANGULAR, BUENA SELECCIÓN. CHERT NEGRO, ABUNDANTE RESTOS DE VEGETALES (MADERA EN DESCOMPOSICIÓN). PRESENCIA DE ARCILLA COMO LA ANTERIOR.
6.0 - 20	LIMO-ARENOSO, GRIS MEDIO A NEGRO, SOLUBLE, RESTOS DE MATERIA VEGETAL EN DESCOMPOSICIÓN. TRAZAS DE ARCILLA COMO LA ANTERIOR, QUE AUMENTA HACIA LA BASE. LA ARENA ES FINA A MUY FINA. HACIA LA MITAD DE LA SECUENCIA AUMENTA EL CONTENIDO DE RESTOS VEGETALES Y A LA BASE DISMINUYE LA FRACCIÓN ARENOSA. ALGUNOS FRAGMENTOS DE CONCHAS.
20 - 26	ARENA, NEGRA A GRIS MEDIO, LIMOSA, FINA A MUY FINA, ANGULAR, BUENA SELECCIÓN. CHERT NEGRO, CUARZO HIALINO. ABUNDANTES FRAGMENTOS DE CONCHAS. LA ARCILLA MARRÓN A CAFÉ CLARO, SOLUBLE, ALGO PLÁSTICA, PEGAJOSA. RESTOS DE VEGETALES.
26 - 33	ARCILLA ARENO-LIMOSA, GRIS VERDOSA A VERDE OLIVA, BLANDA, SOLUBLE, (SE PIERDE MUCHA MUESTRA EN EL RECORRIDO). LA ARENA ES FINA A MUY FINA, COMO LA ANTERIOR. PRESENCIA DE CONCHAS Y VEGETALES.
33 - 38	ARENA, NEGRA A GRIS MEDIO, LIMOSA, FINA A MUY FINA, ANGULAR, BUENA SELECCIÓN. CHERT NEGRO, CUARZO HIALINO. ABUNDANTES FRAGMENTOS DE CONCHAS. LA ARCILLA MARRÓN A CAFÉ CLARO, SOLUBLE, ALGO PLÁSTICA, PEGAJOSA. RESTOS DE VEGETALES.
38 - 44	ARCILLA ARENO-LIMOSA, GRIS VERDOSA A VERDE OLIVA, BLANDA, SOLUBLE, (SE PIERDE MUCHA MUESTRA EN EL RECORRIDO). LA ARENA ES FINA A MUY FINA, COMO LA ANTERIOR. PRESENCIA DE CONCHAS Y VEGETALES.
44 - 60	ARENA, MARRÓN, CAFÉ CLARO, NEGRA, MUY FINA A MEDIA, SUBANGULAR A SUBREDONDEADA, REGULAR SELECCIÓN. CHERT MARRÓN, NEGRO, CUARZO HIALINO, CONCHAS. POCO A NADA DE MADERA EN DESCOMPOSICIÓN. ARCILLA GRIS VERDOSA COMO MATRIZ HACIA LA BASE, AL IGUAL QUE CONCHAS PARTIDAS Y OTRAS ENTERAS.
60 - 64	ARCILLA, MARRÓN CLARO, GRIS MEDIO A GRIS AZULOSA HACIA LA BASE, PEGAJOSA, GOMOSA, ALGO SOLUBLE, ALGO ARENOSA, TRAZAS DE LIMO. LA ARENA ES FINA A MEDIA. FRAGMENTOS DE CONCHAS.
64 - 95	ARENA, NEGRA, HIALINA, TRANSLUCIDA, MARRÓN, ALGUNOS ROJOS, VERDE CLARO Y MARRÓN CLARO, FINA A GRAVA FINA, SUBANGULAR A SUBREDONDEADA, MALA SELECCIÓN, ABUNDANTE MATRIZ ARCILLOSA, GRIS VERDOSA CLARA, SOLUBLE, Y PEGAJOSA. CHERT NEGRO, MARRÓN, CUARZO HIALINO, TRANSLUCIDO, FRAGMENTOS DE ROCAS ÍGNEAS Y SEDIMENTARIAS. ALGUNOS FRAGMENTOS DE CONCHAS.
95 - 130	INTERCALACIONES DE ARCILLA, GRIS MEDIO A GRIS AZULOSA MOTEADA CON MARRÓN CLARO, BLANDA, GOMOSA, SOLUBLE. PRESENCIA DE ARENA EN UN 20% FINA A MEDIA, EN CAPAS DE 3 A 6 M, CON ARENA 60%, GRIS MEDIO, NEGRA, MUY FINA A MEDIA, ANGULAR A SUBANGULAR, REGULAR A BUENA SELECCIÓN, ESCASA MATRIZ ARCILLOSA. CUARZO HIALINO Y TRANSLUCIDO, CHERT NEGRO Y 40% ARCILLA, MOTEADA, GRIS MEDIO A GRIS AZULOSO Y MARRÓN, MEDIO DURA, ALGO SOLUBLE, PARTE EN CUADRITOS. TRAZAS DE CONCHAS.
130 - 153	ARCILLA ARENOSA, 70% ARCILLA, MOTEADA, GRIS MEDIO A GRIS AZULOSO, MARRÓN, MEDIO DURA, ALGO SOLUBLE, EL PORCENTAJE DISMINUYE HACIA LA BASE AL 60%. ARENA, GRIS MEDIO, NEGRA, GRIS CLARO, MUY FINA A MEDIA, ANGULAR A SUBANGULAR, REGULAR SELECCIÓN. CUARZO HIALINO Y TRANSLUCIDO, CHERT NEGRO. HACIA LA BASE AUMENTA EL CONTENIDO DE CHERT NEGRO. EL TAMAÑO DE GRANO A GRUESA Y ALGUNOS MUY GRUESA.

Figura No. 5.80 Registro Litoestratigrafico en Piezómetro Finca Edgar Silva
Fuente: CORPOURABÁ, 2011 ¹⁴⁹

¹⁴⁹ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 205 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

COLUMNA LITOLÓGICA PIEZÓMETRO No. 04 LOTE BANACOL	
INTERVALO	DESCRIPCIÓN DEL INTERVALO
0 - 3	ARCILLA, PARDA A CAFÉ CLARO, PEGAJOSA, POCO SOLUBLE, ALGO PLÁSTICA, HACIA LA BASE SE VUELVE PARDO MUY CLARO A GRIS VERDOSA, GRUMOSA VETEFADA.
3.0 - 15	ARENA NEGRA A GRIS OSCURO, TRANSLUCIDA, HIALINA, FINA A MUY FINA, ABUNDANTE MATRIZ LIMOSA, SUBANGULAR A ANGULAR, REGULAR A BUENA SELECCIÓN. CHERT NEGRO, CUARZO TRANSLUCIDO, HIALINO. ALGUNOS FRAGMENTOS DE CONCHAS, LA ARCILLA GRIS AZULOSA Y MARRÓN CLARO. HACIA LA BASE, ABUNDANTE RESTOS DE VEGETALES EN DESCOMPOSICIÓN Y APARECE LIMO GRIS AZULOSO A VERDOSO.
15 - 44	LIMO-ARENOSO, GRIS AZULOSO A GRIS OSCURO, SOLUBLE, ABUNDANTE RESTOS DE MATERIA VEGETAL EN DESCOMPOSICIÓN. TRAZAS DE ARCILLA MARRÓN COMO LA ANTERIOR. LA ARENA ES FINA A MUY FINA. ALGUNAS CONCHAS EN LA SECCIÓN.
44 - 51	ARENA NEGRA, TRANSLUCIDA, HIALINA, FINA A MUY FINA A MEDIA, SUBANGULAR A ANGULAR, REGULAR A MALA SELECCIÓN, ABUNDANTE MATRIZ ARCILLOSA, GRIS MEDIO A GRIS AZULOSA. TRAZAS DE ARCILLA MARRÓN. CHERT NEGRO, CUARZO HIALINO, TRANSLUCIDO, ALGUNAS CONCHAS PARTIDAS Y OTRAS ENTERAS. TRAZAS DE MADERA EN DESCOMPOSICIÓN.
51 - 56	ARCILLA, MARRÓN CLARO, BLANDA, PEGAJOSA, SOLUBLE, ALGO ARENOSA, TRAZAS DE LIMO. LA ARENA ES COMO LA ANTERIOR. FRAGMENTOS DE CONCHAS. ALA BASE LA ARCILLA ES GRIS MEDIO A GRIS AZULOSA MOTEADA CON MARRÓN CLARO

Figura No. 5.81 Registro Litoestratigrafico en Piezómetro Lote Banacol (Nueva Colonia)
Fuente: CORPOURABÁ, 2011 ¹⁵⁰

Con los datos disponibles se analizan las columnas litoestratigráficas, los datos de resistividad eléctrica determinada en los SEV y la calidad posible del agua subterránea. También se define el espesor de las capas potencialmente acuíferas, porosidad y transmisividad.

Para realizar el cálculo de las mencionadas propiedades se tiene en cuenta el llamado factor de formación F (ver Tabla No. 5.38), el cual relacionada el tamaño del grano de la roca o de los sedimentos no consolidados con el valor de resistividad de la siguiente forma:

¹⁵⁰ Ibid. .

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 206 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.38 Correlaciones Factor de Formación.

Factor	Correlación
1, 2	Arcillas y Limos
3	Arenas Finas
4	Arenas Medianas y gruesas
5, 6	Gravas
7	Roca o Sedimentos poco consolidados a bien consolidados

Fuente: CORPOURABÁ, 2011 ¹⁵¹

De esta manera, y a partir de la descripción litoestratigráfica se asignaron valores de Factor de Formación para cada valor de resistividad en el área de influencia.

Para la calidad de agua de los posibles niveles de acuíferos se utiliza el factor de formación correlacionando la resistividad eléctrica medida con los SEV (Rf) y la resistividad del agua subterránea (Rw), calculando también la conductividad eléctrica del agua (σ) mediante las siguientes formulaciones:

$$F = R_f / R_w; \quad \sigma = 1000 / R_w$$

Tabla No. 5.39 Parámetros de Resistividad y conductividad eléctrica

SEV	Resistividad de formación (Rf)(Ohm-m)	Factor de Formación	Resistividad del Agua (Rw) (Ohm-m)	Conductividad Eléctrica del Agua (mSiemens/m)
CU-SEV-08	20	4	5	200

Fuente: CORPOURABÁ, 2013 ¹⁵²

Teniendo la conductividad eléctrica del agua (σ) se puede realizar un estimativo de la posible cantidad de Sólidos Disueltos Totales (SDT) utilizando la siguiente formulación:

$$SDT \text{ (mg/l)} = 7. \sigma \text{ (mS/m)}$$

SDT (mg/l) = 1400; correspondiendo esto a una clasificación del tipo **Salobre**. Siendo posible una intrusión de una determinada cuña marina al acuífero, como lo menciona Vásquez en sus estudios.

Acorde a los datos de SEV e interpretación de los piezómetros y pozos de la zona se obtuvo el espesor del acuífero en el área de influencia, para el caso del cuaternario se sumaron los espesores de cada nivel de acuíferos.

¹⁵¹ Ibíd.

¹⁵² CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ -CORPOURABÁ. 2013. Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 207 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.40 Espesor del acuífero en la zona de Influencia

CU-SEV-08	45 (Q)
-----------	--------

Fuente: CORPOURABÁ, 2013¹⁵³

Para el caso de porosidad del acuífero, empleando la Ley de Archie se genera un estimativo de la porosidad de los niveles de acuíferos con la siguiente formulación:

$$F = 1/\varphi^m$$

Donde F = Factor de Formación, y m varía así:

Tabla No. 5.41 Correlaciones Porosidad.

m	Correlación
1,3	Sedimentos no consolidados
1,8	Rocas Porosas poco compactas
2	Rocas compactas

Fuente: ASTIER, 1975¹⁵⁴

Tabla No. 5.42 Porosidad y Porosidad Relativa de la Unidad litológica

SEV	POROSIDAD	POROSIDAD EFECTIVA
CU-SEV-08	0.34	0.19

Fuente: CORPOURABÁ, 2011¹⁵⁵

A continuación un resumen de los datos obtenidos.

Tabla No. 5.43 Resumen de propiedades del acuífero en la zona de influencia a partir de registro SEV

¹⁵³ *Ibíd.*

¹⁵⁴ ASTIER, J.L. Geofísica aplicada a la hidrología. Editorial Paraninfo. Madrid.343pp. 1975.

¹⁵⁵ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ –CORPOURABÁ. 2011. Op Cit

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 208 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

ESTRATIGRAFÍA				AGUA			TEXTURA			
Edad	Resistividad	Profundidad	Litología	Resistividad (ohm-m)	Conductividad (mS/m)	SDT (ppm)	1/Factor Form	raiz	Porosidad	Porosidad Efectiva
Cuaternario	31	1	arenas finas secas							
	9	4	arenas	3	333,33	2333,3	0,33	0,77	0,43	0,28
	3	12	arcillas							
	1	25	arenas con agua salada	0,25	4000	28000	0,25	0,77	0,34	0,19
	10	55	limos y arcillas							
	20	100	arenas saturadas con agua poco dulce	5	200	1400	0,25	0,77	0,34	0,19
	10		arcillas							

Fuente: CORPOURABÁ, 2011¹⁵⁶

Con el fin de mostrar la distribución de resistividades a diferentes profundidades, y teniendo en cuenta que en el área de influencia solo se cuenta con un registro indirecto de resistividades a continuación se muestran mapas de iso-resistividades a una escala mayor a la del proyecto, en la cual se puede notar la tendencia de resistividad global de la zona, así como el probable techo y base de acuíferos (ver Figura No. 5.82 y Figura No. 5.83).

¹⁵⁶ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 209 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

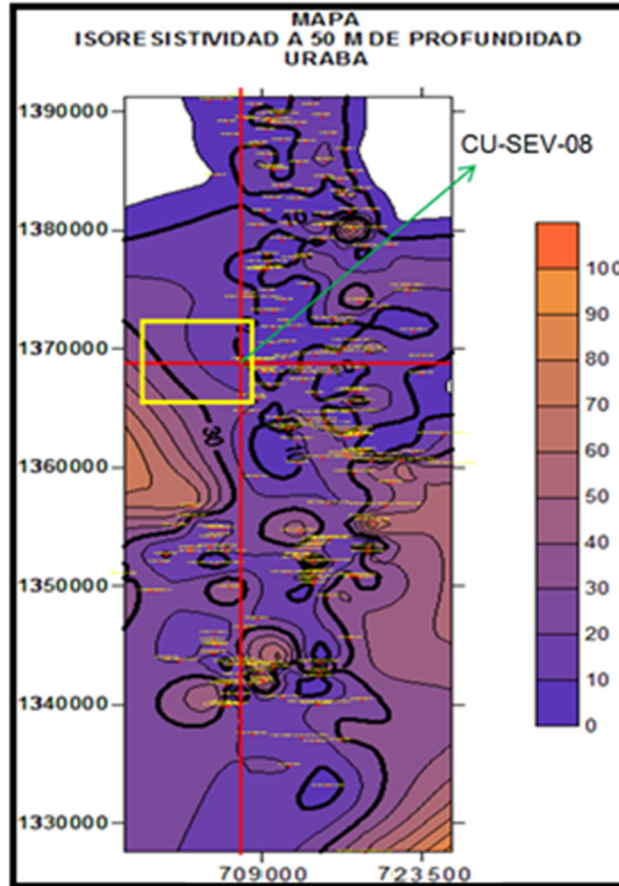


Figura No. 5.82 Mapa de Isoresistividad a 50 m de profundidad en el Eje de Urabá. (Modificado)
Fuente: CORPOURABÁ, 2011¹⁵⁷

¹⁵⁷ Ibid.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 210 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>

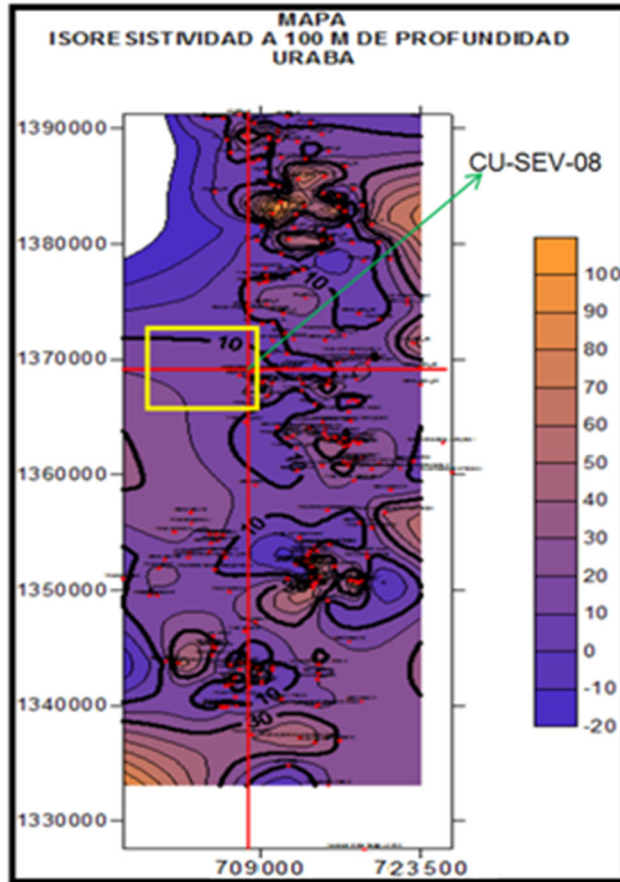


Figura No. 5.83 Mapa de Isoresistividad a 100 m de profundidad en el Eje de Urabá. (Modificado)
Fuente: CORPOURABÁ, 2011¹⁵⁸

Debido a la no continuidad de los acuíferos en el cuaternario, se hace conveniente representar la variación de la profundidad solo del último nivel o acuífero más profundo¹⁵⁹.

¹⁵⁸ Ibíd.

¹⁵⁹ Ibíd.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 211 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>

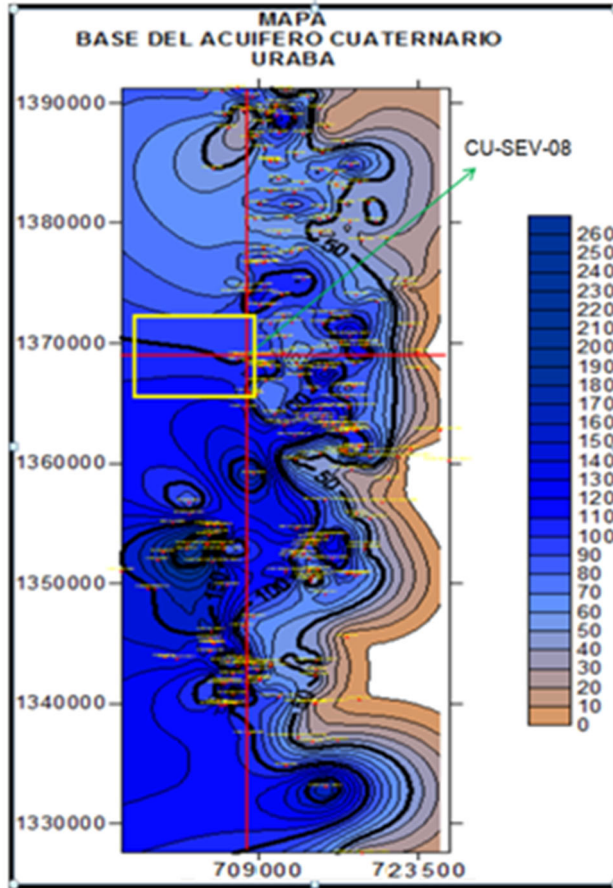


Figura No. 5.84. Mapa base del Acuífero cuaternario eje de Urabá. (Modificado)
Fuente: CORPOURABÁ, 2011¹⁶⁰

Como se puede ver en los registros en las Isolíneas, la profundidad de la base del acuífero en el cuaternario se encuentra entre 70 y 80m, ver Figura No. 5.84.

¹⁶⁰ Ibid.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 212 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>

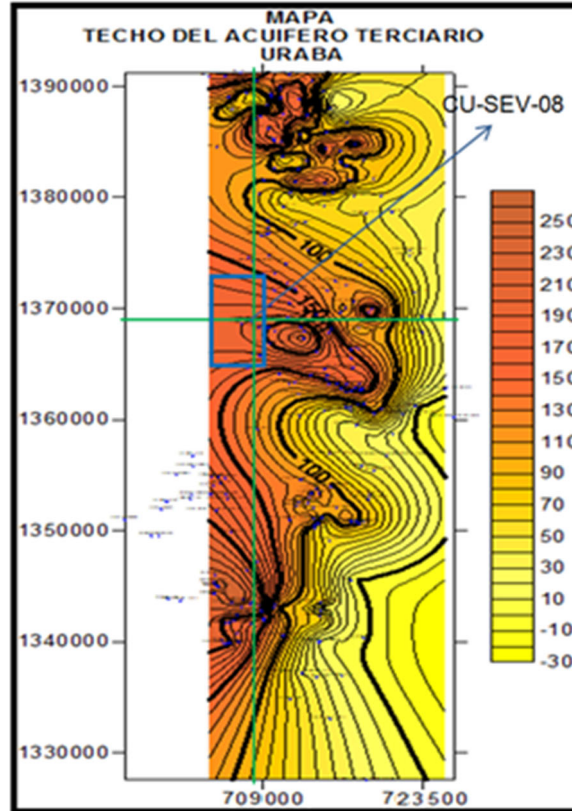




Figura No. 5.85. Mapa Techo del Acuífero terciario del eje de Urabá.
Fuente: CORPOURABÁ, 2011¹⁶¹

Se alcanza a apreciar que en la zona de influencia el techo del acuífero estaría alrededor de los 130 a 150m de profundidad. En ese orden de ideas el espesor de arcillas entre la base del acuífero cuaternario y techo del acuífero terciario varía entre 30 y 80 metros aproximadamente. Sin embargo para definir más exactamente los datos de espesor y extensión de los acuíferos en la zona de influencia se deben realizar más prospecciones mecánicas y geofísicas hacia la línea de costa, ver Figura No. 5.85.

¹⁶¹ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 213 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Cortes estratigráficos*
 - Descripción e interpretación de cortes estratigráficos existentes

En este aparte se presentan dos (2) cortes litoestratigráficos que se obtuvieron sobre el área de influencia, en estos casos solo se describen aquellos que por cercanía y eje de proyección resultan aplicables para la caracterización litoestratigráfica de la zona.

❖ Corte Línea 7-8 (Sectorizada al área de Influencia)

La dirección de este corte es NW – SE (ver Figura No. 5.86), comprende los siguientes pozos: Iris Recreo y Edgar Silva; donde es el pozo Edgar Silva el que se encuentra más cercano al área de proyecto y que se correlacionará con las exploraciones mecánicas realizadas en el área.

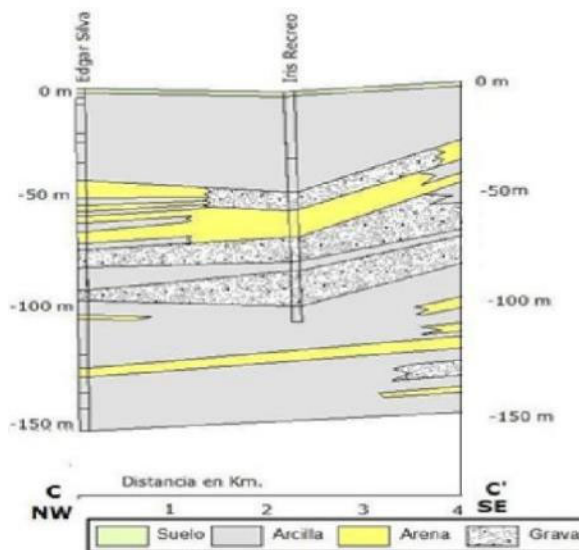



Figura No. 5.86. Línea 7 – 8 (Modificada - Sectorizada).
Fuente: CORPOURABÁ, 2013¹⁶²

Se puede interpretar a esta escala que en sentido E-O, el techo del acuífero se profundiza desde los 49m en el pozo Iris, mientras que el techo en la finca Edgar Silva se encuentra a 41m. Así también la base del mismo se encuentra profundizándose en sentido E-O desde el pozo Iris a los 100m, y en la finca de

¹⁶² CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ.2013. Op Cit

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 214 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Edgar Silva a los 95m. Este acuífero se caracteriza por mostrar una alternancia monótona de capas granulares y finas de espesores bajos a medios entre los 4 m y 6 m¹⁶³.

Separando los niveles de acuífero 1 y 2 se encuentra una capa de materiales finos arcillosos que aumentan su espesor en sentido E-O con 20 m en la Finca Iris y 30 m en la finca Edgar Silva (ver Figura No. 5.87).

Después del segundo acuífero las capas están constituidas principalmente por materiales finos por lo que carecen de importancia hidrogeológica. En profundidad y en dirección al Oeste aumentan notablemente los espesores de las capas de arcilla¹⁶⁴.

De acuerdo al estudio realizado para Corpourabá en 2013 se determina que entre el primer nivel de acuífero y el segundo hay probablemente un cambio de facies que podría indicar el límite entre el Cuaternario y el Terciario, en tal sentido la alternancia rítmica de materiales finos y granulares del primer nivel de acuífero en donde predominan los finos es propio de ambientes fluviales del cuaternario, mientras que las arcillolitas que son del terciario se presentan en paquetes gruesos.

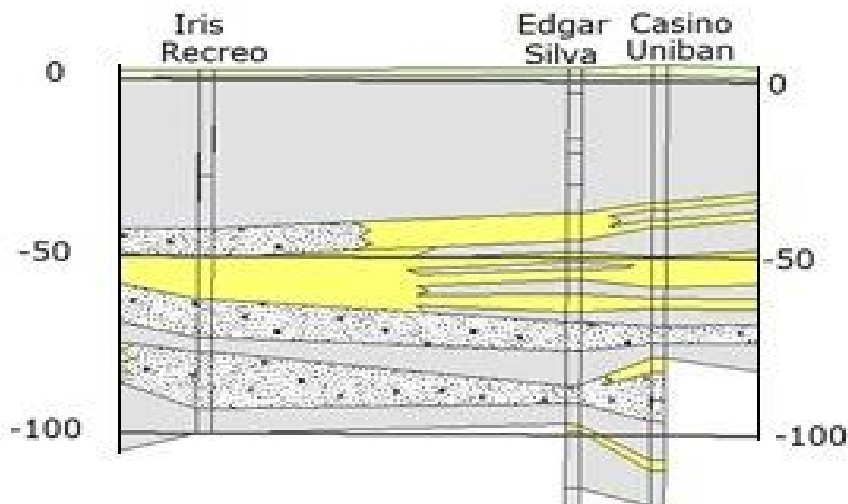


Figura No. 5.87. Línea NS-1 (Modificada - Sectorizada).
Fuente: CORPOURABÁ, 2013¹⁶⁵

¹⁶³ Ibíd.

¹⁶⁴ Ibíd.

¹⁶⁵ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ – CORPOURABÁ.2013. Op Cit

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 215 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Se localiza desde el suroeste a la altura de la finca Iris, en dirección Noreste hacia el casino Uniban, cortando el pozo Edgar Silva. El primer nivel de acuífero tiene su techo a -47m en la finca Iris, disminuyendo levemente su profundidad a unos 55m. El otro nivel de acuíferos se presenta profundizándose desde los 90m en la finca iris, hasta los 98m de profundidad en el casino Uniban.

De acuerdo a la inspección litoestratigráfica de los perfiles se puede ver una tendencia de buzamiento muy marcada en dirección S-N, así como una tendencia marcada de en dirección E-O hacia la zona de descarga del golfo de Urabá y Rio León. El buzamiento marcado en sur Norte podría ser el causante de la profundización que experimentan las capas litológicas en esa dirección.

Se supone que todas las capas se formaron en unas condiciones ambientales similares, por lo que probablemente todas las capas en el corte serían del mismo periodo geológico (Cuaternario).

- Perfiles de velocidades REMI y Reflexión

A continuación se muestran los perfiles geofísicos tipo REMI donde por medio de la velocidad de onda de corte (V_s) se obtiene una idea de la distribución de materiales en profundidad, y que es posible correlacionarla con los registros de exploración mecánica adelantados, estableciendo también el nivel o profundidad probable del techo del acuífero presente al nivel de exploración estudiado. Estos registros fueron producto de la campaña de prospección geofísica que adelantó PIO SAS, por medio de la empresa Ulloa y Diez (ver Figura No. 5.88 a la Figura No. 5.93).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 216 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

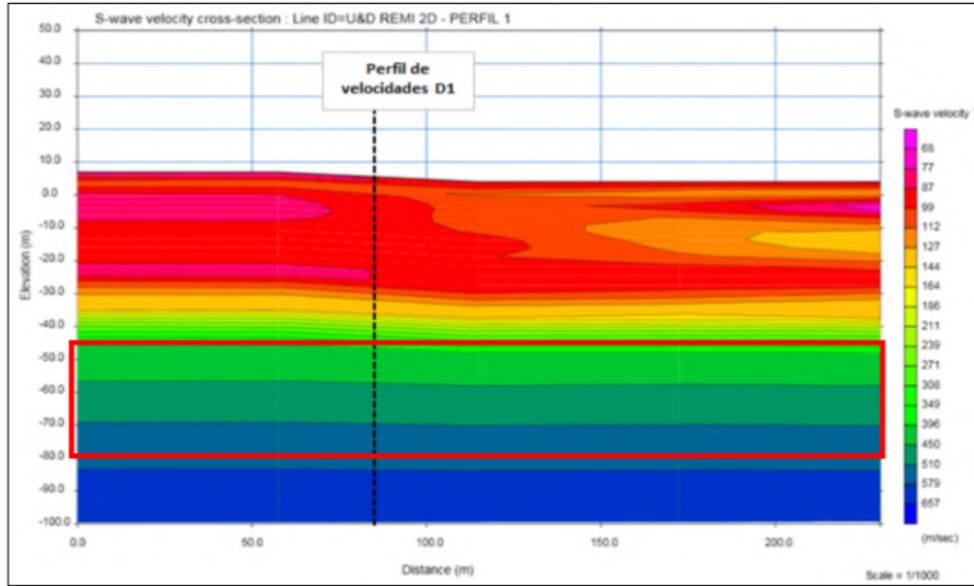


Figura No. 5.88 Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil D1
Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁶⁶

¹⁶⁶ PIO S.A.S., ULLOA Y DIEZ LTDA “Exploración geofísica con medición de ondas de corte y sub botton profiler para el proyecto Puerto Antioquia”, 2014.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 217 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>

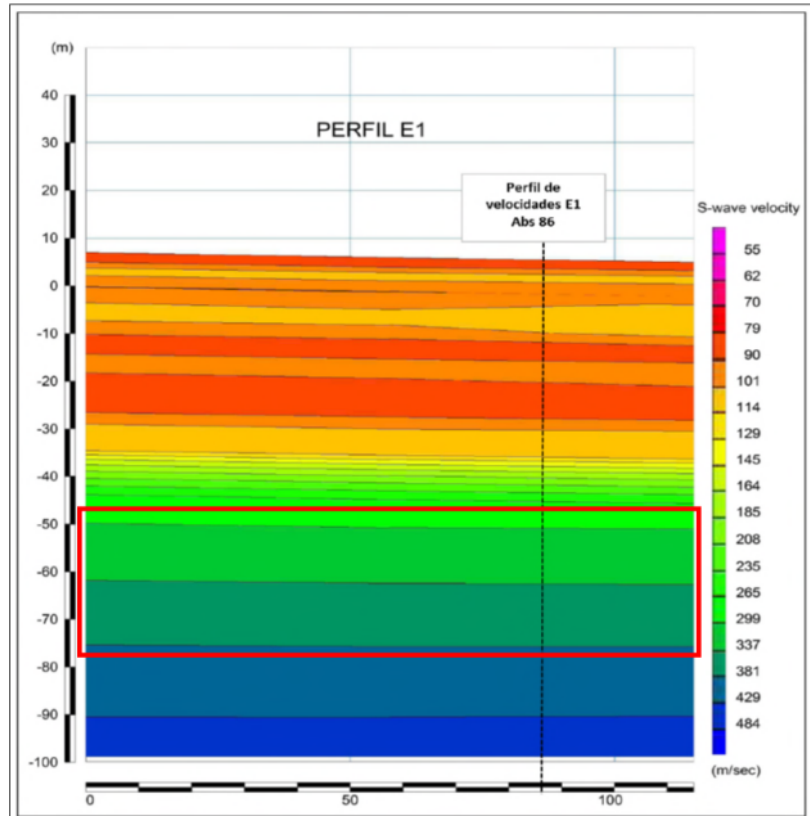


Figura No. 5.89 Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E1
Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁶⁷

¹⁶⁷ PIO S.A.S., ULLOA Y DIEZ LTDA. Op Cit.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 218 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>

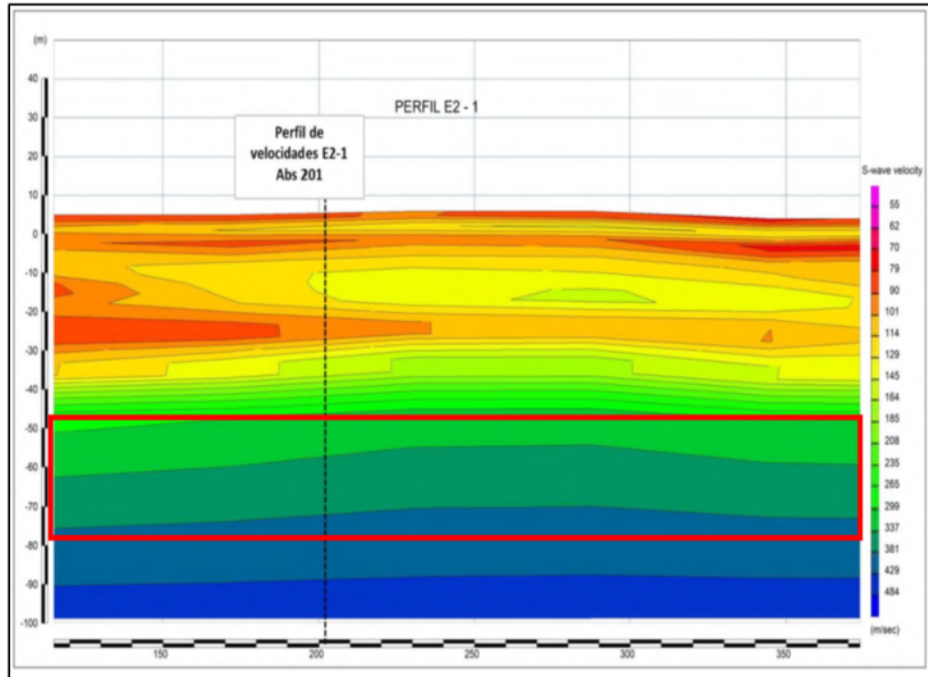


Figura No. 5.90. Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E2-1
Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁶⁸

¹⁶⁸ *Ibíd.*

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 219 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

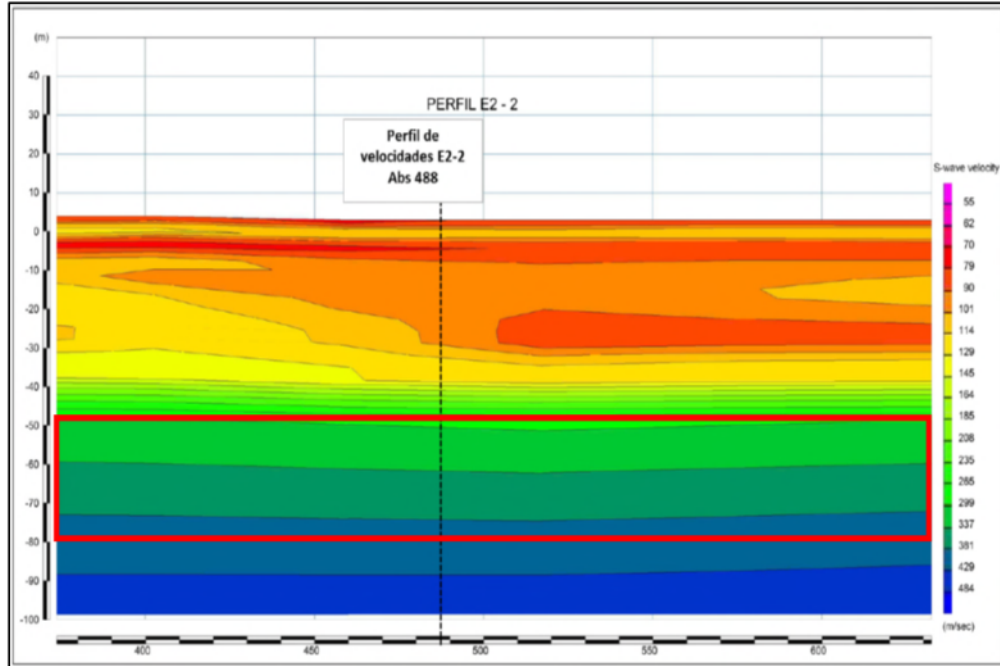


Figura No. 5.91. Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E2-2
Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁶⁹

¹⁶⁹ Ibíd.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 220 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

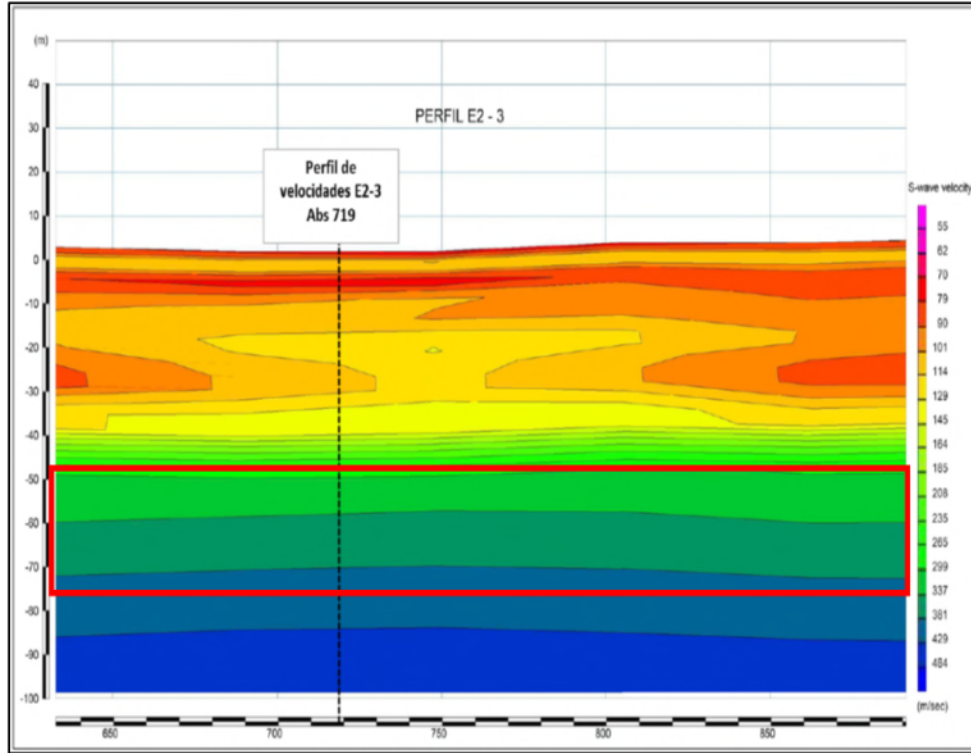


Figura No. 5.92. Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E2-3
Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷⁰

¹⁷⁰ Ibíd.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 aqua & terra
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	Página 221 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

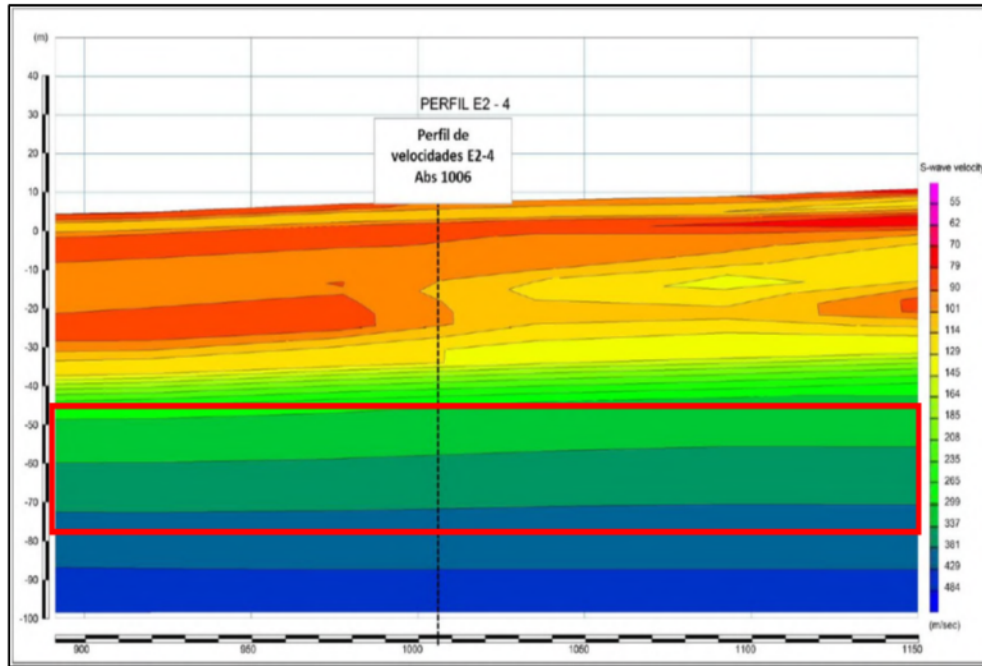




Figura No. 5.93. Sección REMI de velocidades de onda de corte. Perfil E2-4
 Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷¹

De los anteriores perfiles se puede observar la presencia de materiales con velocidades de onda corte superiores a 180 m/s, después de los 45 m de profundidad, y que están asociados a depósitos arenosos densos e interestratificados por arcillas y limos en menor proporción, a éste nivel se consolida el núcleo del acuífero más superficial de la zona de influencia, y que se evidenció durante la exploración mecánica adelantada por la firma Edifica para PIO S.A.S. Ver Figura No. 5.94. A continuación se muestran los registros de los ensayos geofísicos de reflexión realizados por la Empresa Ulloa Díez en zona marítima y fluvial (ver Figura No. 5.94 a la Figura No. 5.98).

¹⁷¹ Ibíd.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 222 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

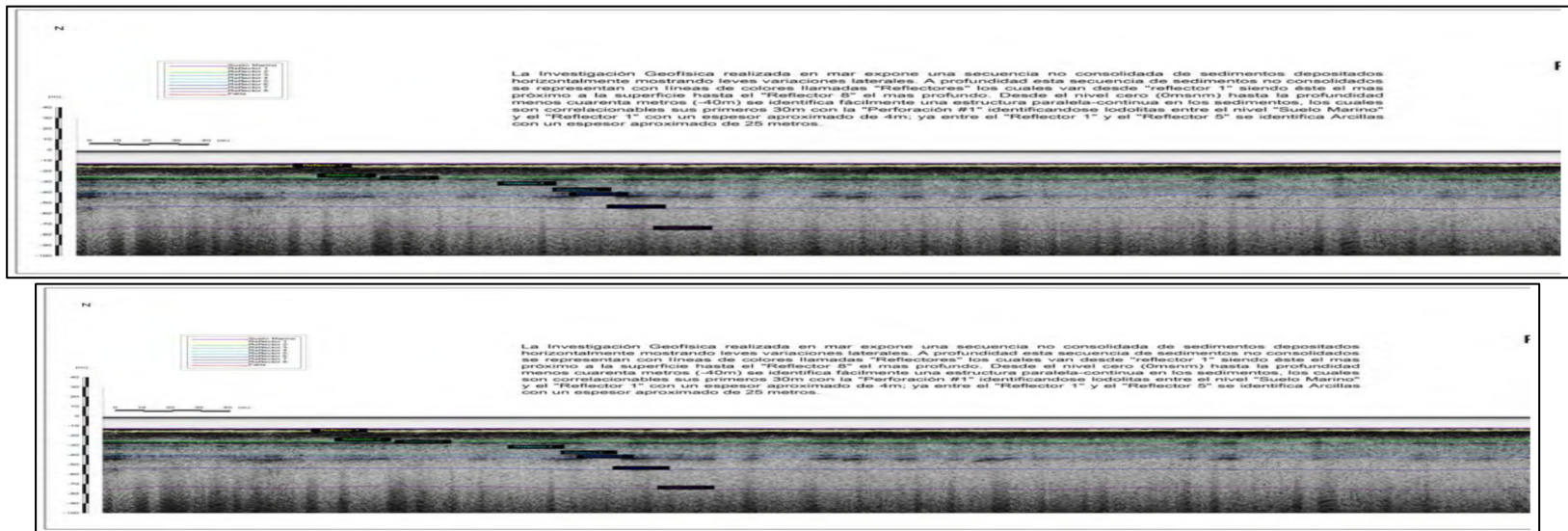




Figura No. 5.94. Perfil de reflexión A – 1
 Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷²

¹⁷² Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 223 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

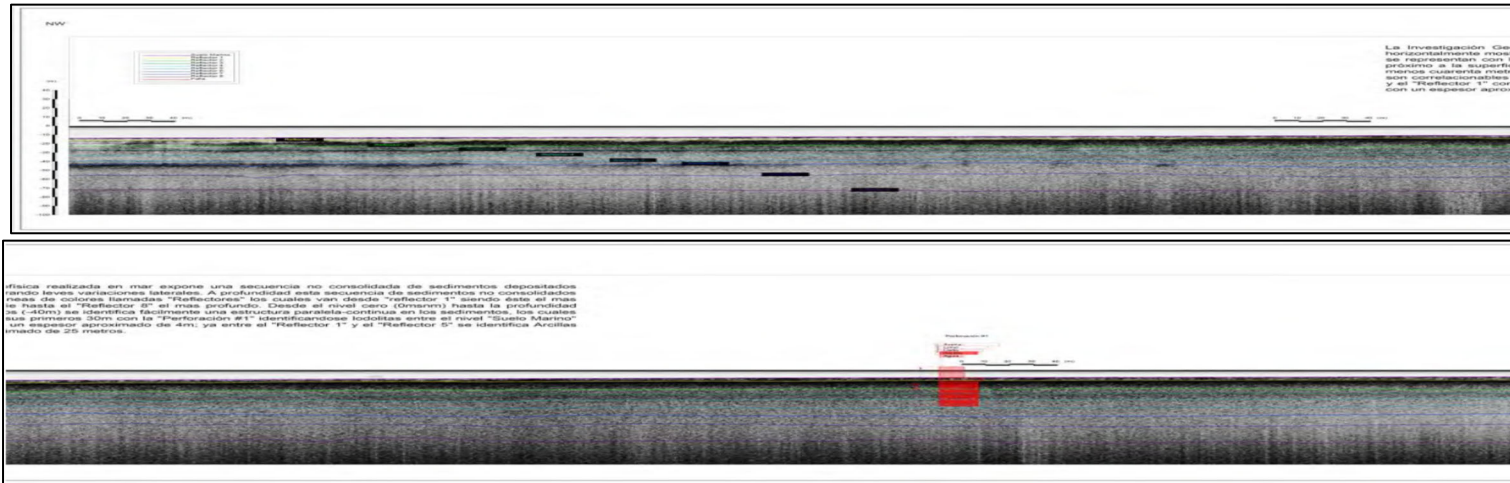




Figura No. 5.95. Perfil de reflexión B – 1
 Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷³

¹⁷³ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 224 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

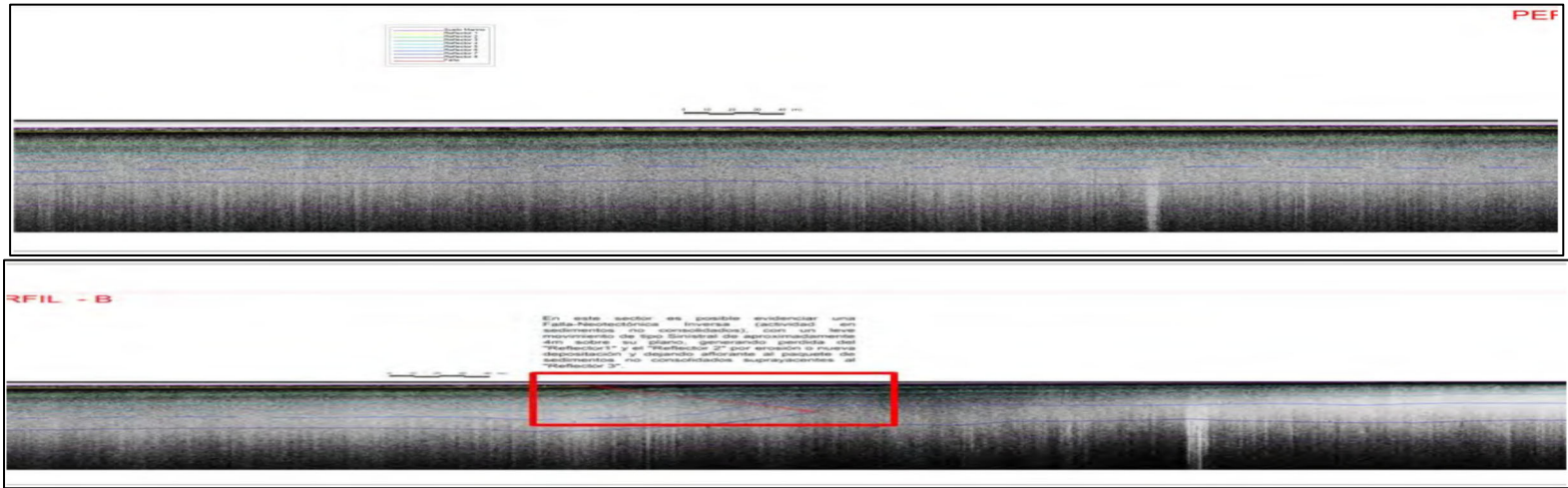




Figura No. 5.96. Perfil de reflexión B – 2
 Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷⁴

¹⁷⁴ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 225 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

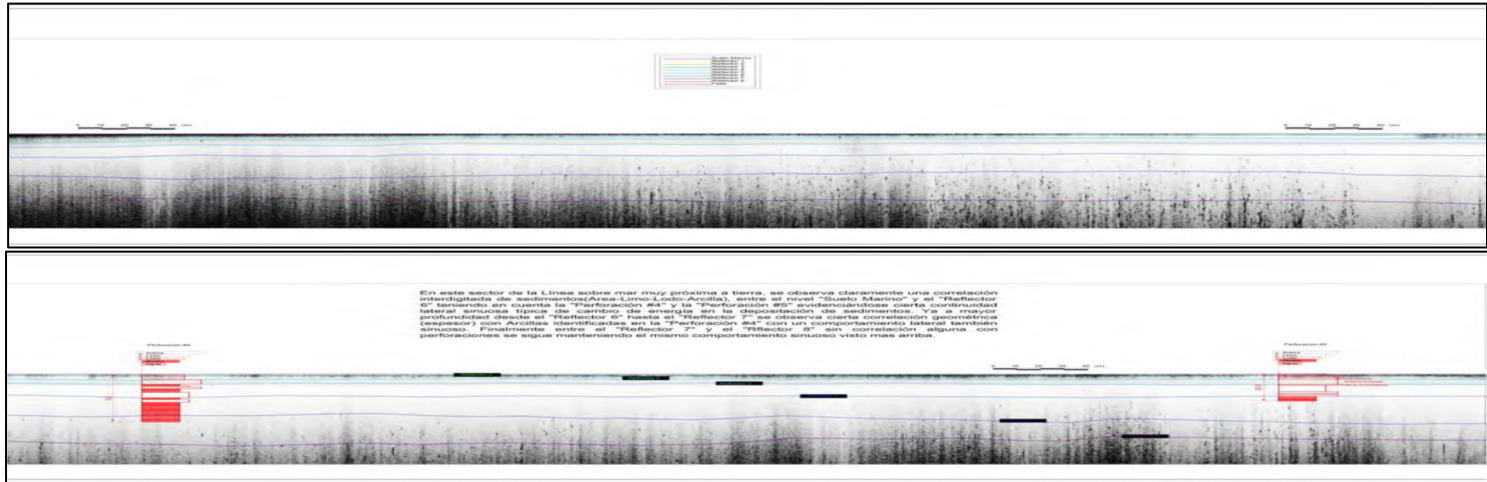


Figura No. 5.97. Perfil de reflexión B – 3
 Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷⁵

¹⁷⁵ Ibid.
 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
 CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
 [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 226 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

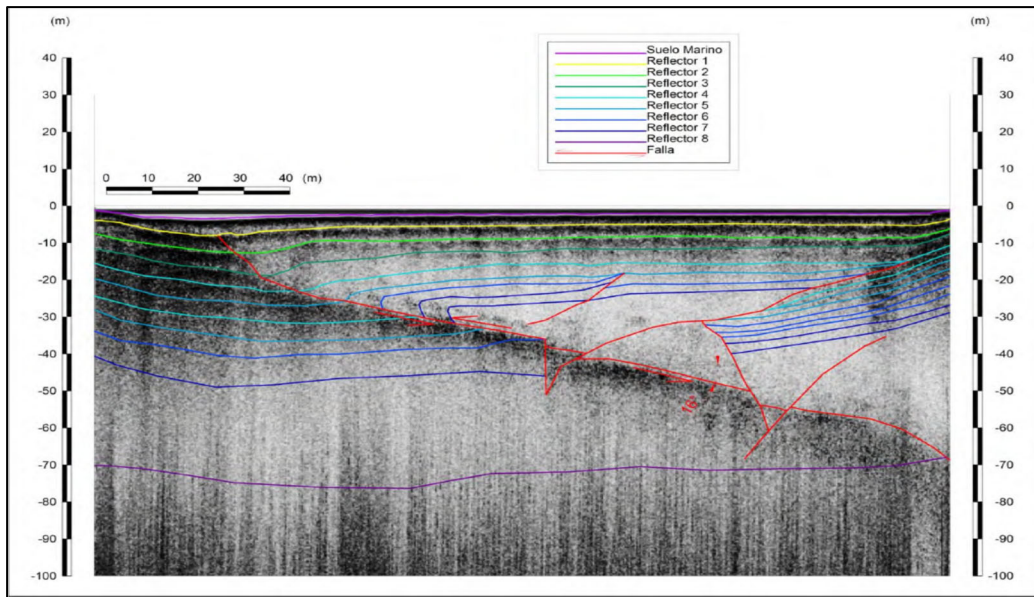


Figura No. 5.98. Perfil de reflexión C – 3
Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷⁶

En la Figura No. 5.99 y la Figura No. 5.100 se presenta la localización de los perfiles geofísicos en planta ubicados en el área de influencia del proyecto, tanto en el área marina como continental.

¹⁷⁶ *Ibíd.*
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 227 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Figura No. 5.99. Localización de perfiles geofísicos en planta
Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷⁷

¹⁷⁷ Ibíd.


	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 228 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B





Figura No. 5.100. Localización de perfiles geofísicos en planta.
Fuente: ULLOA Y DIEZ LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷⁸

❖ Interpretación de Perfiles Reflexión

Perfil A: De acuerdo a la investigación geofísica se expone una secuencia no consolidada de sedimentos dispuestos horizontalmente, con breves variaciones laterales, identificándose lodolitas en el nivel se suelo marino con un espesor aproximado de 4m y posteriormente una capa de arcillas de aproximadamente 25m.

Perfil B: Posee una orientación NW-SE, y muestra una secuencia similar al perfil A, con una capa de lodolitas de espesor aproximado a 5 m, y capas de arcilla cercanas a los 25m, acorde a interpretación de reflexión. Hacia la parte media del perfil B (B-2) se evidencia una tipo de falla Neotectónica Inversa, usualmente presentada en sedimentos no consolidados.

¹⁷⁸ Ibíd.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 229 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Hacia la parte final del perfil B (B-3) se observa una correlación de sedimentos arena, limo, lodo, arcilla, entre el reflector No. 6 y el nivel del suelo marino. Evidenciándose cierta continuidad lateral sinuosa, típica de cambios en la energía de depositación de sedimentos. Del reflector No.6 hacia abajo se sigue manteniendo el comportamiento lateral sinuoso.

Perfil C: Posee una orientación NW-SE, posee una profundidad de exploración respecto al río de 100 m. en el gráfico se expone claramente un tipo de falla Neotectónica principal y de tipo inverso, como resultado de los esfuerzos compresionales y generando otras fallas satélites sobre los sedimentos no consolidados, dejando ver el estado caótico de los mismos en la zona.

Se puede notar correspondencia con las perforaciones mecánicas adelantadas por PIO SAS, coincidiendo en la existencia de una secuencia de lodolitas en el lecho marino, posteriormente una secuencia de arenas sueltas, limos, arcillas y arenas intercaladas y de alta compresibilidad. Éstos corresponden a los depósitos aluviales y a la llanura aluvial de origen sedimentario.

- *Monitoreo Piezométrico*

A continuación en la Figura No. 5.101 se muestran los registros de monitoreos levantados durante la campaña de exploración geológica – Geotécnica adelantada por la Firma Edifica Colombia, en la cual se construyeron y monitorearon varios piezómetros en puntos específicos del área de influencia del proyecto.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 230 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

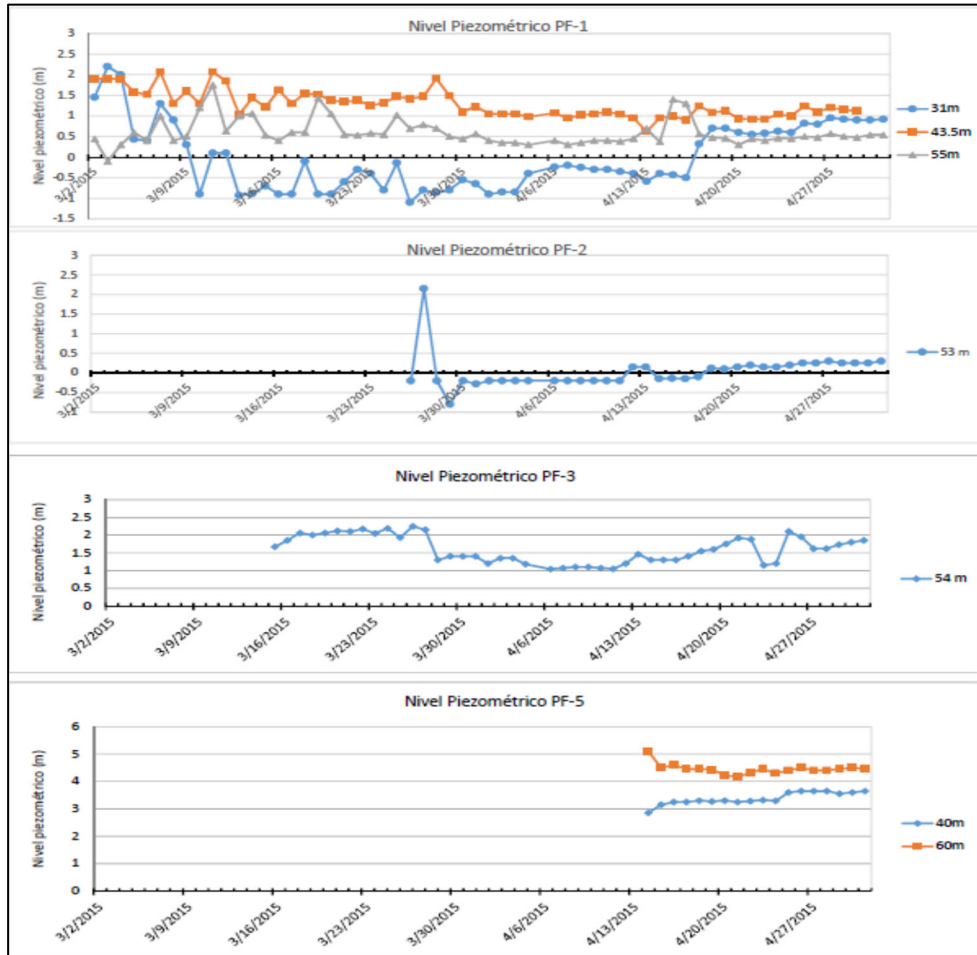




Figura No. 5.101. Registro de monitoreo de niveles piezométricos adelantado por Edifica Colombia en el área de proyecto.

Fuente: EDIFICA COLOMBIA LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁷⁹

Acorde a los registros y monitoreos realizados durante la campaña geológico-geotécnica realizada (ver Fotografía No. 5.27 y Fotografía No. 5.28), se puede concluir lo siguiente:

¹⁷⁹ PIO S.A.S., EDIFICA COLOMBIA LTDA, 2015. Op cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 231 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

En los piezómetros localizados en la perforación PF-1, que fueron tres (3), a diferentes profundidades (31, 43.5 y 55 m), se nota un comportamiento propio de un acuífero confinado manteniendo cabezas de agua que alcanzaron un nivel máximo de +2.10 metros y mínimos de 0.25 m sobre el nivel de exploración y que fue registrado en los piezómetros más profundos (43.5 y 55m).

En el caso del piezómetro localizado más superficialmente (31m) se muestra una variación de niveles de la columna de agua del orden de 3.35m, desde +2.25m hasta -1.10, lo cual es indicativo también de flujos del agua al interior del acuífero y de interconexiones entre ellos.

En el piezómetro localizado en la perforación PF-2 (53) se muestra un pico pronunciado de la columna de agua a una altura aproximada de +2.25m, éste punto representa una liberación de presiones a la profundidad de muestreo, que posteriormente se disipó variando desde los -0.80m hasta los +0.25m, de acuerdo a los flujos de agua a esa profundidad.

En el piezómetro localizado en la perforación PF-3 (54m) se presentan pocas variaciones en las lecturas, manteniendo siempre un nivel alto comparado con la altura a la que se realizó la perforación, siendo esto indicativo de la presencia de un acuífero confinado.

En los piezómetros ubicado en zona de mar PF-5, siendo dos (2), uno de 40m y otro de 60m, se detectan los niveles de columna de agua más altos, con un valor máximo de +5.00m y mínimo de +4.10m en el piezómetro más profundo (60m); mientras tanto en el piezómetro instalado a 40m se detectan niveles máximos de +3.70m y mínimos de +2.90, siendo esto indicativo del tipo de acuífero confinado, y del nivel de presiones a las que se encuentra el mismo, incluso estando ya en zona marina.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 232 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.27 Piezómetro instalado en tierra.
Fuente: EDIFICA COLOMBIA LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁸⁰



Fotografía No. 5.28. Piezómetro instalado en Mar.
Fuente: EDIFICA COLOMBIA LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁸¹

¹⁸⁰ Ibíd.

¹⁸¹ Ibíd.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 233 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Perfiles hidrogeológicos*

De acuerdo al trabajo de exploración mecánica realizado directamente en el área de influencia, los registros geofísicos adelantados por Ulloa Diez y teniendo en cuenta la información generada por Servicio Geológico Colombiano (Anteriormente INGEOMINAS), Universidad Nacional de Colombia (UNAL), CORPOURABÁ y otros entes gubernamentales y privados (ver Figura No. 5.102), a continuación se presentan los perfiles estratigráficos correspondientes al modelo hidrogeológico conceptual del área de influencia (ver Figura No. 5.104 a la Figura No. 5.106).

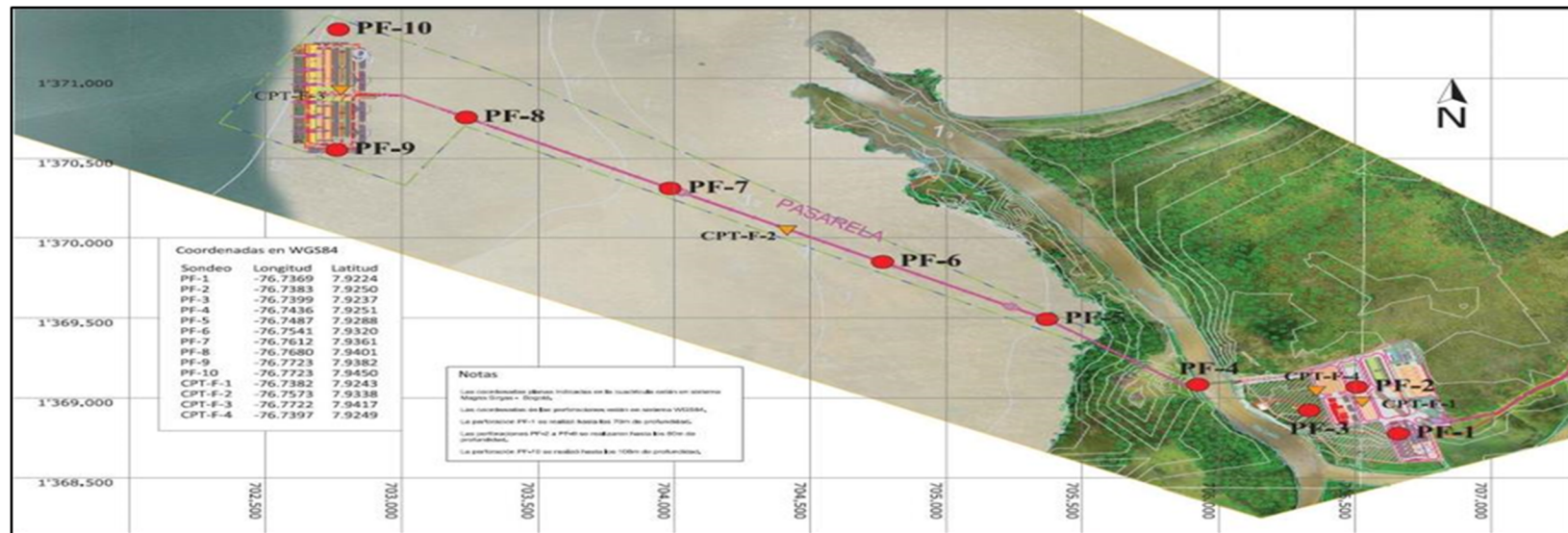


Figura No. 5.102. Localización de perfiles hidrogeológicos en Planta
Fuente: EDIFICA COLOMBIA LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁸²

¹⁸² Ibid.

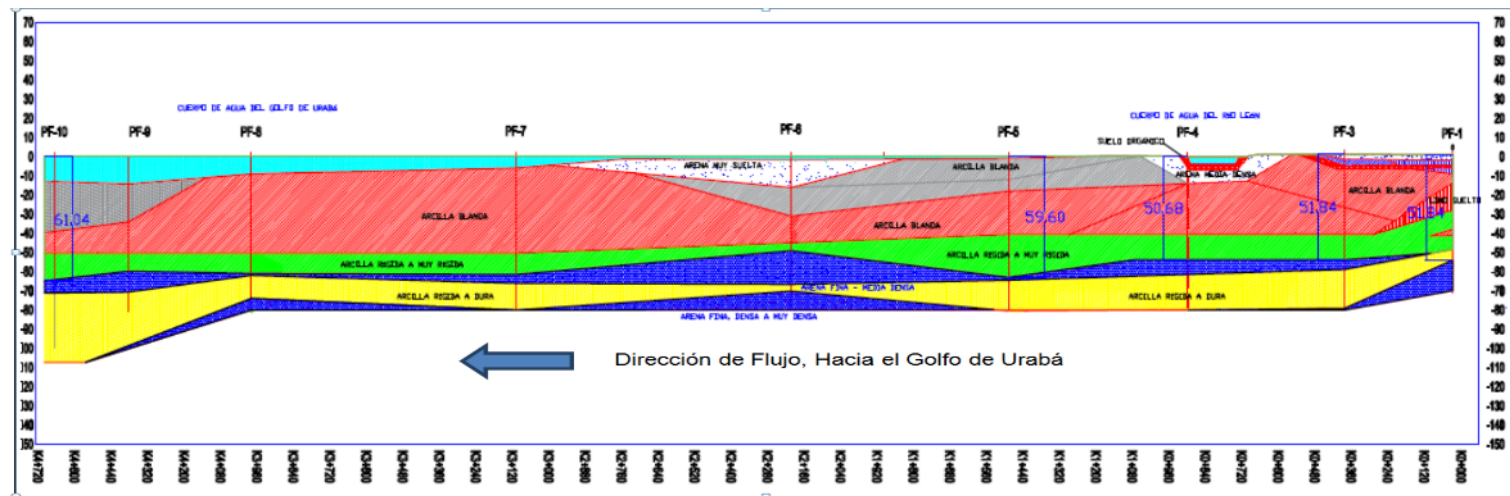




Figura No. 5.103. Corte A-A' Hidrogeológico del área de Influencia (Modificado)
Fuente: EDIFICA COLOMBIA LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁸³

¹⁸³ Ibid.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	 Página 236 de 534
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:

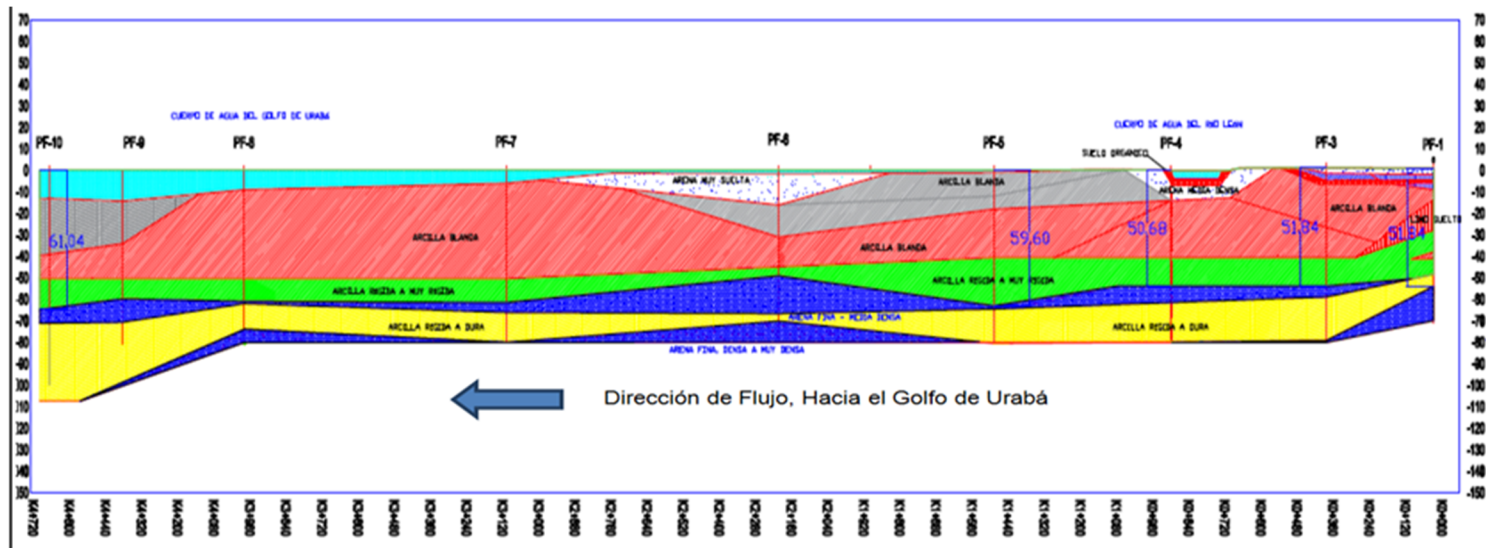




Figura No. 5.104. Corte B-B' Hidrogeológico del área de Influencia (Modificado)
 Fuente: EDIFICA COLOMBIA LTDA, en PIO S.A.S, 2015¹⁸⁴

¹⁸⁴ Ibid.
 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
 CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
 [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 237 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

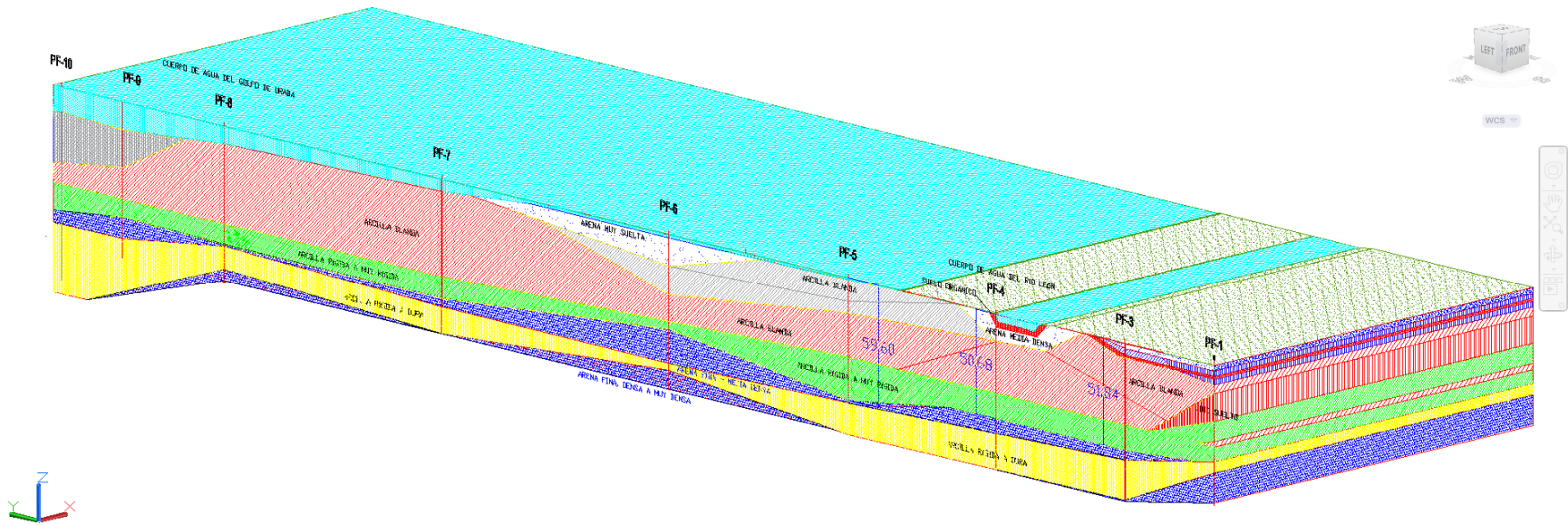


Figura No. 5.105. Diagrama de Bloque en Zona de Influencia I
 Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

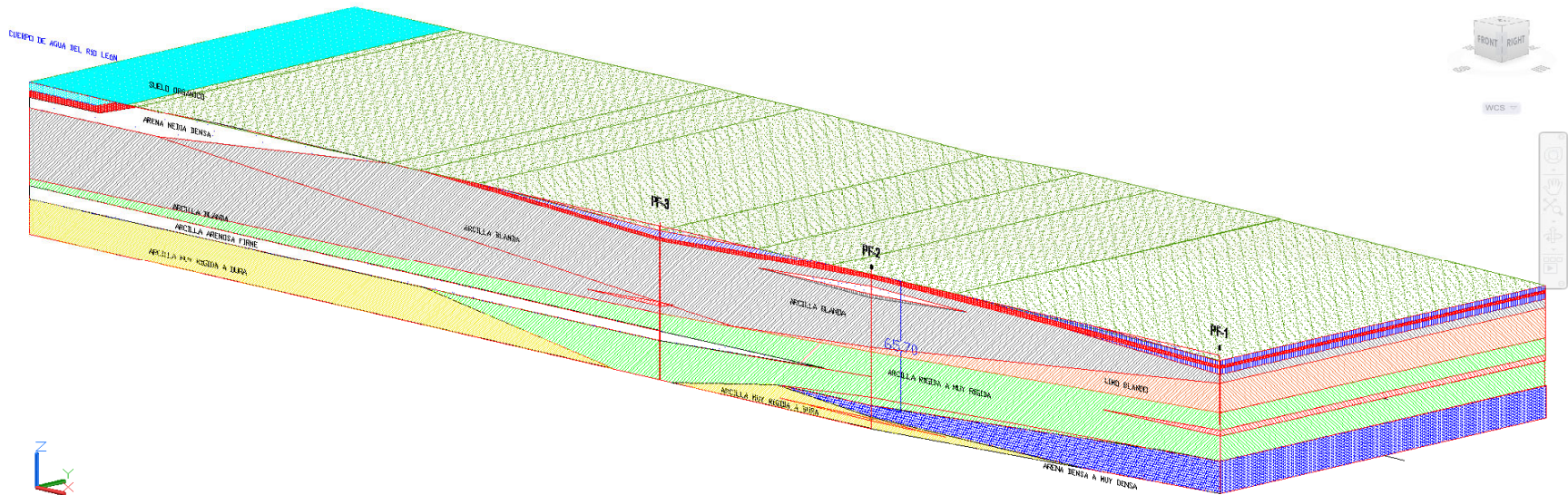


Figura No. 5.106. Diagrama de Bloque en Zona de Influencia II
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 239 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Evaluación de vulnerabilidad de Acuíferos (GOD)*

De acuerdo con los registros piezométricos, los registros de perforación de la zona, ensayos de laboratorio tanto mecánicos como de caracterización fisicoquímica, a continuación se muestra la evaluación de la vulnerabilidad Intrínseca del área de influencia siguiendo la metodología GOD, la cual se ajusta más al tipo de caracterización aplicable (ver Figura No. 5.107 y Tabla No. 5.44).

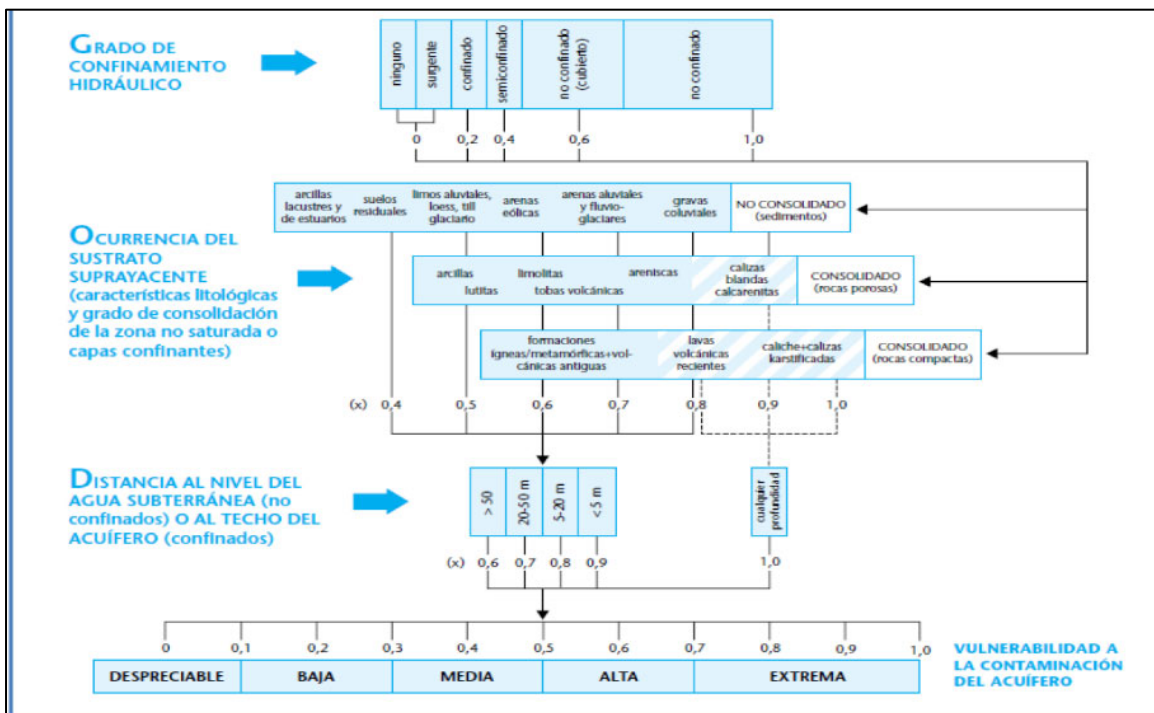


Figura No. 5.107. Esquema Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad Intrínseca. Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2010¹⁸⁵

¹⁸⁵ MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. "Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de acuíferos a la contaminación". 2010. 45p. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 240 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.44. Categoría de vulnerabilidad según método GOD

PUNTAJE	VULNERABILIDAD
0.7 – 1.0	Muy alta
0.5 – 0.7	Alta
0.3 – 0.5	Moderada
0.1 – 0.3	Baja
< 0.1	Muy baja

Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2010¹⁸⁶

Para nuestro caso se cuentan tres (3) niveles que contienen agua en diferentes condiciones, un primer nivel, que son aguas con algo o poco flujo de agua (0-30m), y que se encuentra contenido principalmente en la matriz de materiales arcillosos, limosos y arenosos no consolidados de la zona. Un segundo nivel que contiene el primero y más superficial de los acuíferos confinados (43-70m). Y el tercer nivel que corresponde a un acuífero confinado en el cual el techo se encuentra desde los 100 metros, y se estima pertenece a la formación terciaria que no alcanza a aflorar al interior de la terraza aluvial suprayacente (ver Tabla No. 5.45).

Tabla No. 5.45. Resultados de evaluación de vulnerabilidad Intrínseca de acuíferos. GOD

GOD				
		(2-30)m	(43-75)m	(130 +)m
G	Groundwater Occurrence	0,6	0,2	0,2
O	Overall Aquifer Class	0,4	0,7	0,7
D	Depth	1	0,7	0,6
Indice de Vulnerabilidad (IV)		0,24	0,098	0,084

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

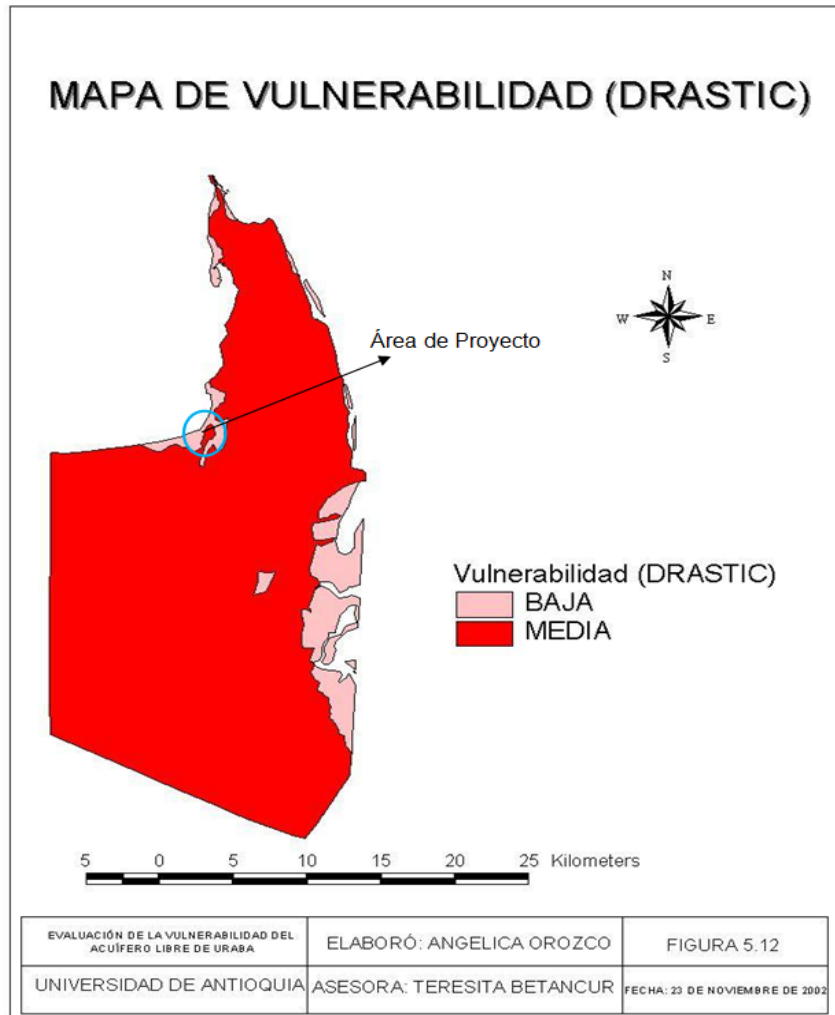
Como se puede ver en los resultados, la vulnerabilidad corresponde a una categoría “**Baja**”, siendo más susceptible a la contaminación los estratos superiores (0-30m) que se encuentran en saturación constante. Aunque es altamente posible que la rata de contaminación al suelo sea bastante baja más por las condiciones de flujo lento en estos estratos, este postulado se podrá chequear realizando una mayor cantidad de inspecciones en el área de influencia.

¹⁸⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. 2010. Op cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 241 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Para los niveles de acúferos confinados, situados entre 43 y 130 metros, que son los más importantes, corresponde a una vulnerabilidad **“Muy baja”**. Principalmente por la profundidad a la que se encuentra el techo de los mismos, y la conformación litoestratigráfica del suelo circundante.

A continuación se muestra el mapa de vulnerabilidad según metodología DRASTIC en un área más extensa, éste fue realizado por CORPOURABÁ en 2002, y en él se muestra que nuestra área de influencia se encuentra calificada como Vulnerabilidad Baja en la zona costera del golfo, y se hace moderada a medida que se va internando en la plataforma continental, como se presenta en la Figura No. 5.108.




	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 242 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.108. Mapa de Vulnerabilidad del Golfo de Urabá, Modelo Drastic 2002.
Fuente: CORPOURABÁ - Universidad de Antioquia. 2002¹⁸⁷.

- **Conclusiones**

- Zonas de Recarga (ZN)

Es la zona en la cual la tabla de agua intercepta la superficie del terreno dando origen a manantiales, corrientes, zonas pantanosas o alimentando directamente los cuerpos de agua que se establecen como línea base. En este informe se ha considerado el área de recarga corresponde principalmente a grandes extensiones de las unidades litológicas T2B y T2C bajo los mantos aluviales y que se encuentran aflorando desde el piedemonte de la Serranía de Abibe, estas unidades son consideradas como aptas para la recarga y almacenamiento de las aguas subterráneas.

Es de notar también Los buzamientos de la cuenca principalmente Este – Oeste y Sur – Norte, lo cual ayudaría en la recarga de los acuíferos.


Estas zonas se han considerado con base en el conocimiento que se tiene del área y de estudios previos realizados por diferentes entes, también debido a la topografía plana a ondulada, la geomorfología presente y posición geográfica.

Geomorfológicamente también la cuenca del Río León y Río Currulao corresponden a zonas donde existen las condiciones adecuadas para que se infiltren en el subsuelo las aguas procedentes de la escorrentía y de la precipitación. Esta cuenta con una gran extensión de las llanuras aluviales, conectadas con los cuerpos de agua, además de la granulometría y formación del material granular.

- Zonas de Infiltración (Zi)

Son áreas de alta permeabilidad y baja pendiente, donde la lluvia es infiltrada generando flujos subsuperficiales o alimentando acuíferos libres que regulan el

¹⁸⁷ CORPOURABA - UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. 2002.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 243 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

ciclo hidrológico. Las zonas de infiltración mantienen el aporte de agua en épocas de verano.

De este tipo de zonas se encuentran muy pocas en el área de influencia, esto debido a la conformación principal de la capas arcillosas en la superficie de la llanura aluvial, que aunque de baja de pendiente poseen características bajas de permeabilidad.

- Litología

En el área no afloran rocas sedimentarias del terciario, la litología corresponde la llanura aluvial del cuaternario; sin embargo es clara la existencia de las dos unidades del terciario, una de ambiente de formación marino (Unidad T1) sin importancia hidrogeológica y otra de ambiente continental (Unidad T2) más reciente que la anterior y que es de interés hidrogeológico.



- Granulometría

En términos generales la granulometría decrece paulatinamente desde el Sur hacia el Norte y del Este a Oeste, esta condición se manifiesta en las perforaciones mecánicas realizadas, obteniendo perfiles de material aluvial a gran profundidad, consistente en arenas, limos, arcillas y lodo; cabe mencionar que en estudios realizados a Corpourabá, para una escala mayor, se asocia éste comportamiento a la ausencia de rocas ígneas y metamórficas en el área de influencia, muy acorde al mapa geológico del área.

- Buzamiento

Las capas litológicas dentro de la cuenca presentan un buzamiento fuerte en dirección E–O y otro menor en sentido S–N. En general el buzamiento E-O estaría indicando que el área principal se encuentra al Este de la Cuenca, mientras que el buzamiento S-N se presume según los estudios realizados asociado con el proceso por el que el continente gana terreno al mar por deposición de sedimentos en la región costera que ha experimentado el golfo de Urabá durante el Holoceno¹⁸⁸.

¹⁸⁸ CORPORACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE URABÁ –CORPOURABÁ. 2013. Op Cit. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 244 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

En el entorno más costero se aprecian discontinuidades marcadas de secuencias Limo – Arcilla – Arena con ninguna organización aparente.

5.1.9 Oceanografía

El Mar Caribe es una de las dos partes del mar Intra-Atlántico, que es el mayor mar regional del Océano Atlántico (ver Figura No. 5.109) con una superficie aproximada de 2.523.106 km² y con un volumen aproximado de 6.483.106 km³ (Gallegos, 1996). Está separado de las principales cuencas del Atlántico por una serie de pequeñas islas¹⁸⁹. El Mar Caribe está dividido en tres partes principales, la Cuenca de Venezuela en el Oriente, el Mar Caimán en la parte Occidental y la Cuenca de Colombia en la parte central y suroccidental¹⁹⁰.

Tiene como límite Norte las Antillas Mayores y como límite Sur, las costas de Venezuela y de Colombia. Está conformado por una cuenca relativamente profunda, divide en cinco sub-cuencas: Granada, Venezuela, Colombia, Caimán y Yucatán (ver Figura No. 5.109). El Mar Caribe tiene un importante papel en el balance de masa del océano Atlántico¹⁹¹.

Las aguas oceánicas en mares tropicales tienden a presentar una estratificación vertical definida, formando una superposición de capas que se diferencian principalmente por su densidad. La estructura vertical del Mar Caribe presenta aguas altamente estratificadas en los primeros 1.200 m, débilmente estratificadas entre los 1.200 y 2.000 m y muy homogéneas bajo los 2.000 m¹⁹². La topografía de fondo variable y el litoral extremadamente irregular pueden afectar significativamente los procesos físicos en la región¹⁹³.

¹⁸⁹ SHENG, J., TANG, L. A Numerical Study of Circulation in the Western Caribbean Sea. En Journal of Physical Oceanography. 33. 2049-2069, 2003.

¹⁹⁰ ANDRADE, C.A. Las corrientes superficiales en la cuenca de Colombia observadas con boyas de deriva. En Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 25 (96):321-335. 2001

¹⁹¹ CARTON, J.A., CHAO, Y. Caribbean Sea eddies inferred from TOPEX/POSEIDON altimetry and a 1/6° Atlantic Ocean model simulation, J. Geophys. Res. 104(C4):7743-7752. 1999

¹⁹² WUST, G. Stratification and Circulation in the Antillean–Caribbean Basins. Part I: Spreading and Mixing of the Water Types with an Oceanographic Atlas. Columbia University Press. 1964. 201 p.

¹⁹³ SHENG y TANG, 2003. Op Cit

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 245 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

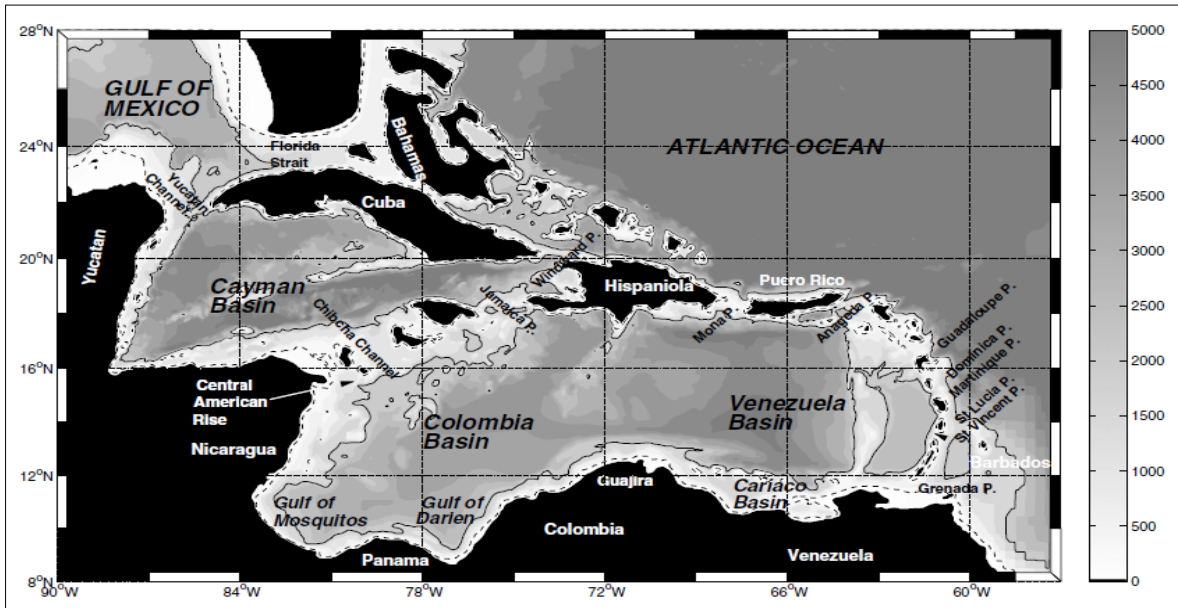



Figura No. 5.109 Mapa y batimetría del Mar Caribe
Fuente: Jouanno et al., 2008.

- Masas de Agua en el Caribe

El concepto de masas de agua es utilizado por algunos oceanógrafos para definir la estratificación oceánica (estructura vertical), mientras que otros consideran estas masas como una descripción de las propiedades del agua. El entendimiento de las propiedades como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes permiten inferir el comportamiento de las corrientes profundas. Gracias a las propiedades conservativas de la temperatura y la salinidad, estos parámetros se han utilizado para la identificación y descripción de las masas de agua, mediante el uso de gráficas de temperatura – salinidad con isopícnas, que relacionan la densidad del agua con valores de temperatura y salinidad¹⁹⁴.

Las aguas oceánicas en mares tropicales tienden a presentar una estratificación vertical definida. La temperatura en el Mar Caribe tiene un gradiente pronunciado,

¹⁹⁴ LOZANO –DUQUE, Y., MEDELLÍN – MORA, J., NAVAS, G.R. Contexto climático y oceanográfico del Mar Caribe colombiano. En: INVEMAR (Eds.). Biodiversidad del margen continental colombiano. Serie de Publicaciones especiales, INVEMAR. 2010. 20: 458 p
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 246 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

con aguas cálidas en la superficie hasta la parte superior de la termoclina (100 a 200 m de profundidad), la presencia de una marcada termoclina impide la mezcla vertical de aguas, por lo cual la capa superior presenta unas mayores temperaturas. A partir de esta zona se da una disminución rápida de la temperatura. Al alcanzar los 1.500 m la temperatura del agua es de aproximadamente 4°C, con poca variabilidad en la cuencas del Mar Caribe¹⁹⁵.

La salinidad presenta una variación en los primeros 1.000 m superficiales. A partir de esta profundidad la salinidad se estabiliza, presentando valores más altos que en la superficie.

Los estudios sobre las descripción de las masa de agua realizados por CORPES (1992), Urbano (1993), Giraldo (1994) y Andrade (2000) varían en la definición del número de capas que se presentan a nivel superficial y sus principales características, mientras que sus resultados coinciden para las capas profundas. Dicha situación demuestra la variabilidad e inestabilidad de las masas de agua en las capas superiores de la columna de agua, causada principalmente por la interacción océano – atmosfera y por el aporte de aguas de origen continental¹⁹⁶.

Según el trabajo de Giraldo (1994)¹⁹⁷, el Caribe colombiano presenta una estratificación vertical, constituida por cuatro masas de agua.

1. Capa Superficial Ecuatorial Tropical: Se encuentra entre los 0-50 m de profundidad, presenta temperatura y salinidad variable entre los 34,5 y 36°C, y de 28 a 30 UPS
2. Capa Subsuperficial Subtropical: tiene una máximo de salinidad entre 36,6 y 37 UPS en la capa entre los 0 y 200 m, correspondiente a la zona de transición térmica o termoclina y presenta una temperatura media aproximada de 22°C.
3. Capa Intermedia Subantártica: Corresponde al estrato comprendido entre los 200 y 1000 m, entre los 750 y 800 m se encuentran los valores mínimos de

¹⁹⁵ WUST, 1964. Op Cit

¹⁹⁶ Lozano-Duque et al., 2010. Op Cit.

¹⁹⁷ GIRALDO, L.O. Análisis de masas de agua y control de calidad de la información oceanográfica. En: Boletín Científico CIOH, 15:17 – 38. 1994.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 247 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

salinidad (34,7 – 35,15 UPS), su temperatura media es de 6°C. Ingresa al Mar Caribe por los estrechos de Santa Lucía y San Vicente.

4. Capa Profunda del Caribe: Se forma a partir del agua profunda del Atlántico que ingresa al Caribe al nivel de los umbrales de los estrechos de Barlovento y Sombrero. Se caracteriza por una salinidad de 35-35,2 UPS y una temperatura de 4°C. Se ubica más bajo de los 1.000 m

- Temperatura Superficial del mar (TSM)

El estudio de Bernal et al. (2006) a partir de series de temperatura superficial de la base de datos Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (COADS), con resolución mensual, para el periodo 1981 – 2000 determinó la variación de la temperatura para varias regiones del Caribe colombiano, que para el caso del Golfo de Urabá presentó los siguientes valores (ver Tabla No. 5.46).

Tabla No. 5.46 Estadística descriptiva de las series de TSM

TSM	Media	Mínima	Máxima
Urabá	28,16	25,51	29,69


Fuente: Modificado de Bernal et al., 2006.

A escala regional, el comportamiento regional de la TSM del Mar Caribe, se obtuvo del estudio realizado por Ruiz et al. (2012)¹⁹⁸, los autores analizaron la temperatura superficial diaria entre 1985 y 2009 para el Caribe con una resolución de ~4 km a partir del Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución (AVHRR por sus siglas en inglés) administrado por la NOAA.

El Caribe colombiano presenta un gradiente de temperatura de Suroeste a Noreste, con mayores temperaturas registradas en el Suroeste de la costa Caribe y disminuyendo hacia el sector de La Guajira. La región del Golfo de Urabá TSM media más alta del Caribe colombiano con temperaturas medias máximas de 29,69°C (ver Figura No. 5.110). Bernal et al. (2006)¹⁹⁹, asocian este

¹⁹⁸ RUIZ, M., BEIER, E., BERNAL, G., BARTON, E. Sea surface temperature variability in the Colombian Basin, Caribbean sea. Deep – Sea Research I. 64: 43 – 53. 2012.

¹⁹⁹ BERNAL G., POVEDA, G., ROLDÁN, P., ANDRADE, C.A. Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la Costa Caribe Colombiana. En Revista Académica Colombia Ciencias. 30 (115): 195 - 208. 2006.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 248 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

comportamiento de la temperatura a la influencia del Giro Panamá - Colombia en el sector Suroeste y a la surgencia de la Guajira en el Noreste.

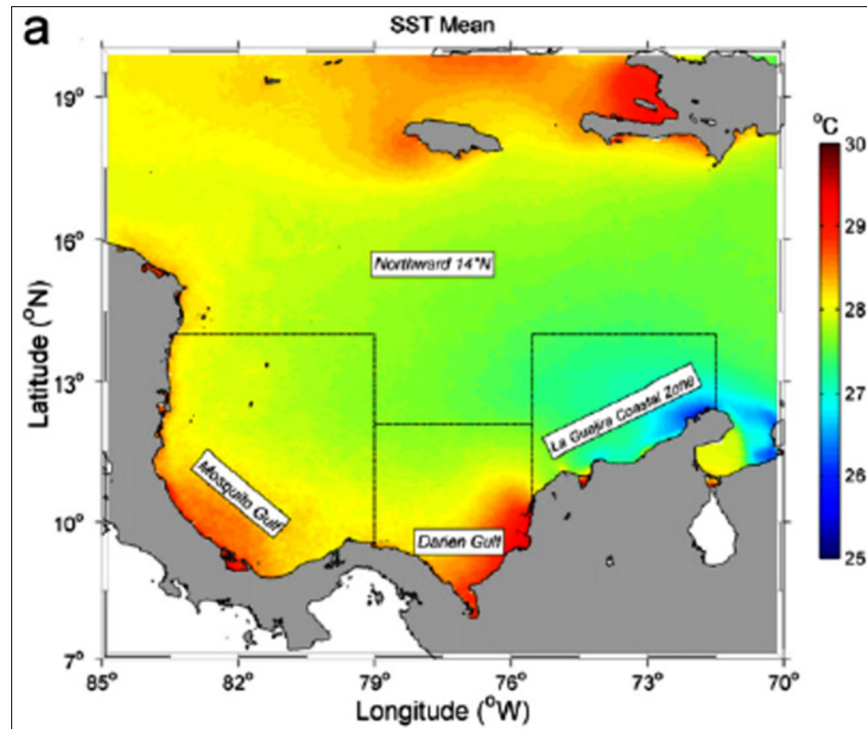


Figura No. 5.110 Temperatura superficial del Mar (TSM para la Cuenca colombiana entre 1985 y 2009
Fuente: Ruiz et al., 2012²⁰⁰.

La variación temporal de la temperatura en el Mar Caribe se presenta en la Figura No. 5.111. En esta figura se observa que la mayor variabilidad se presenta en la costa de La Guajira, alcanzando los valores mínimos entre los meses de diciembre y febrero, situación que puede asociarse a una mayor intensidad de los vientos Alisios y al incremento de las surgencia (upwelling) en la región²⁰¹. Mientras que el sector del Golfo de Urabá presenta menor variación en la temperatura, alcanzando las mayores temperaturas durante el segundo semestre (junio –

²⁰⁰ RUIZ et al., 2012. Op cit

²⁰¹ BERNAL et al, 2006. Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 249 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

noviembre) posiblemente asociado a una disminución en la intensidad de los vientos alisios.

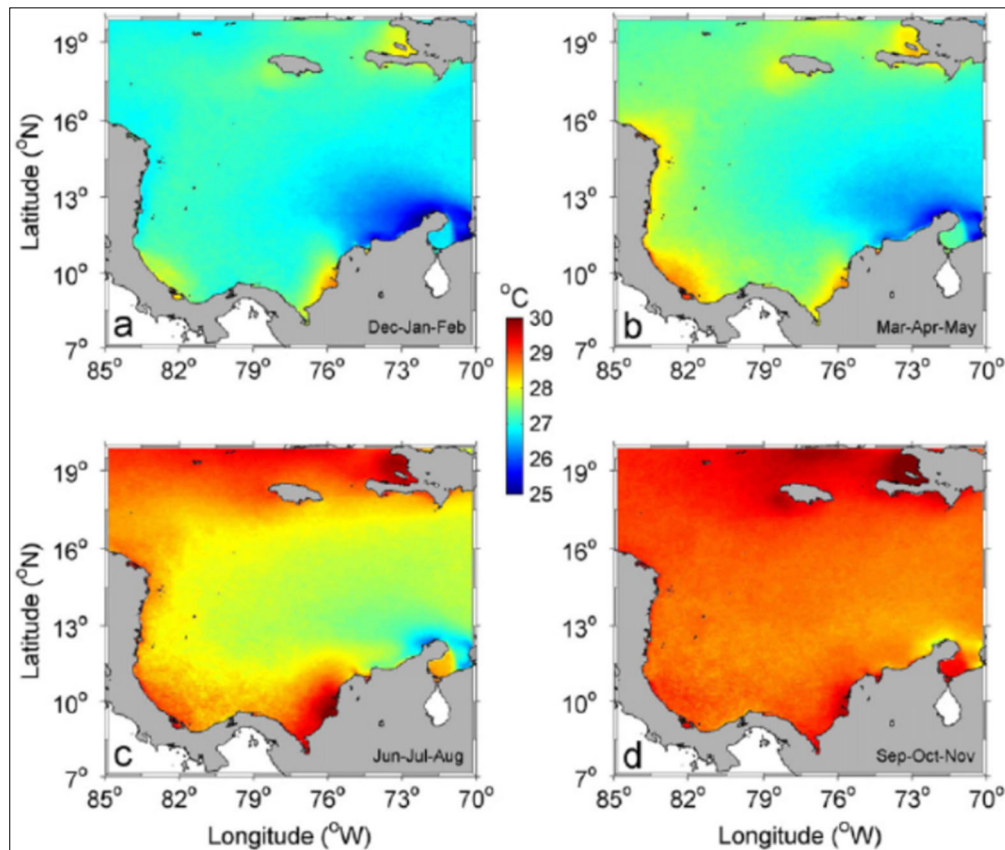


Figura No. 5.111 Distribución especial de la temperatura superficial del mar para cuatro estaciones climáticas: a) DEF; b) MAM, C) JJA; d) SON

Fuente: Ruiz et al., 2012²⁰².

- **Corrientes**
 - Corrientes en el Mar Caribe

Las corrientes marinas del Mar Caribe hacen parte del sistema de corrientes o giro de Atlántico Norte, el cual está formado principalmente por la Corriente Norte

²⁰² RUIZ et al., 2012. Op cit
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 250 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Ecuatorial (CEN) y la Corriente del Golfo. La CNE viene desde la costa africana hasta las costas de Suramérica, en donde se une con la Corriente de Guyana dirigiéndose hacia el Mar Caribe. Al llegar a los límites del Mar Caribe, esta corriente se divide en la Corriente de las Antillas y en la Corriente del Caribe (CC). Esta última corriente transporta grandes volúmenes de agua hacia el Mar Caribe, entrando a través del arco de las Antillas hacia el noroccidente, hasta cruzar por el canal de Yucatán hacia el Golfo de México. Finalmente esta se une al salir del Golfo de México con la Corriente de las Antillas y forman la Corriente del Golfo, la cual se dirige, con aguas más cálidas hacia el Océano Atlántico Norte ^{203 204 205 206 207}.

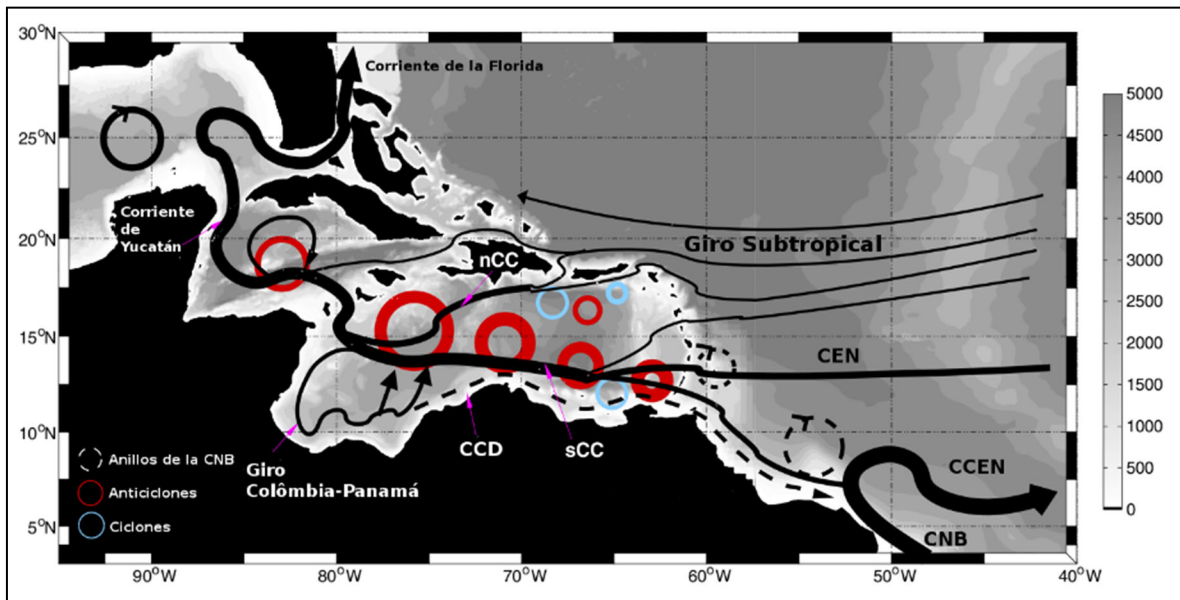


Figura No. 5.112 Principales corrientes superficiales dentro y fuera del Mar Caribe: Corriente Norte de Brasil (CNB), Corriente Ecuatorial Norte (CEN), Corriente Sur del Caribe (sCC), Corriente Norte del Caribe (nCC) y la Contra-corriente del Darién (CCD). Los círculos representan las corrientes anticiclónicas (rojo) y ciclónicas (azul). La escala de gris es la batimetría (m)



²⁰³ GORDON, A.L.. Circulation of the Caribbean Sea. *En Journal of Geophysical Research*, 72:6207-6223. 1967.

²⁰⁴ MOLINARI R., SPILLANE, M., BROOKS, I., ATWOOD, D., DUCKETT, C. Surface currents in the Caribbean Sea as deduced from Lagrangian observations. *En Journal of Geophysical Research*, 86(C7):6537-6542. 1981.

²⁰⁵ ROEMMICH D. Circulation of the Caribbean Sea: A well resolved inverse problem. *En Journal of Geophysical Research*, 86(C9):7993-8005. 1981.

²⁰⁶ HERNANDEZ-GUERRA, A., JOYCE, T.M. Water masses and Circulation in the surface layers of the Caribbean at 66°W. *Geophysical research letters*, 27(21):3497-3500. 2000

²⁰⁷ JOHNS, W.E., TOWNSEND, T.L, FRATANTONI, D.M., WILSON, W.D. On the Atlantic inflow to the Caribbean Sea. *Deep-Sea Research Part I*, 49:211-243. 2002

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 251 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Fuente: Jouanno et al., 2008²⁰⁸.

Trabajos llevados a cabo sobre los sistemas de circulación entre el Océano Atlántico y el Mar Caribe han demostrado que la entrada de aguas hacia el Mar Caribe se realiza a través de varios pasajes ubicados entre las islas del arco de las Antillas, localizado entre Cuba y Suramérica. Las Antillas Menores forman una barrera que impide el libre intercambio de aguas entre el Océano Atlántico y el Mar Caribe. Las masas de agua transportadas por la Corriente de Guyana y por la Corriente Ecuatorial del Norte chocan contra esta barrera, permitiendo solamente la entrada de aguas superficiales e intermedias del Océano Atlántico, atravesando los pasajes insulares a altas velocidades ^{209 210 211 212 213 214}.

El flujo de agua que entra al mar Caribe se estima en un rango aproximado entre 28 y 30 Sv (Sv = Sverdrup = 10⁶ m³/s), el cual se ha calculado que está dividido entre los pasajes de las islas de Barlovento (Granada, San Vicente, Santa Lucía, Trinidad y Tobago, y Martinica) con aproximadamente 10 Sv, los pasajes de Sotavento (Guadalupe, Dominica y Antigua y Anegada) con aproximadamente 8 Sv y los pasajes de las Antillas Mayores (Mona y Windward) con cerca de 10 Sv ^{215 216 217}.

Después del efecto de las corrientes Norecuatorial y de La Guayana, la principal fuente de energía para el movimiento en el Mar Caribe es la fuerza del viento. Los vientos Alisios que entran al Mar Caribe desde el Oriente –Nororiental y Oriente, son la fuerza motriz de las corrientes superficiales. La acción del viento influye directamente sobre la superficie del mar, generando un movimiento de la capa

²⁰⁸ JOUANNO, J., SHEINBAUM, J., BARNIER, B., MOLINES J.M., DEBREU, L., LEMARIÉ, F. The mesoscale variability in the Caribbean Sea. Part I: Simulations and characteristics with an embedded model. *Ocean Modelling*. 23: 82 – 101. 2008

²⁰⁹ HERRERA, L.E., FEBRES-ORTEGA, G. Características termohalinas de las aguas superiores del Sureste del mar Caribe durante la época de lluvias. *En* Boletín Instituto Oceanográfico. Universidad de Oriente, 15(1):97-114. 1976.

²¹⁰ HERRERA, L.E., FEBRES, G.A., ANDRES, J.M. Distribución de las masas de agua y sus vinculaciones dinámicas en el sector centro-occidental venezolano, mar Caribe. *En* Boletín Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente, 19(1 y 2):93-118. 1980.

²¹¹ ROEMMICH D.. Circulation of the Caribbean Sea: A well resolved inverse problem. *Journal of Geophysical Research*, 86(C9):7993-8005. 1981

²¹² MORRISON, J.M., NOWLIN, W.D. General distributions of water masses within the Eastern Caribbean Sea during the winter of 1972 and fall of 1973. *En* *Journal of Geophysical Research*, 87:4207-4229. 1982



²¹³ WILSON, W.D., JOHNS, W.E. Velocity structure and transport in the Windward Island passages. *Deep Sea Research Part I*, 44:487-520. 1997.

²¹⁴ JOHNS, W.E., TOWNSEND, T.L., FRATANTONI, D.M., WILSON, W.D. On the Atlantic inflow to the Caribbean Sea. *Deep-Sea Research Part I*, 49:211–243. 2002.

²¹⁵ ROEMMICH, 1981. Op Cit.

²¹⁶ WILSON et al., 1997. Op Cit.

²¹⁷ JOHNS et al. 2002. Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 252 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

superficial hasta una profundidad aproximada entre 100 y 300 (Gordon 1967, Herrera et al. 1980).

- Corrientes en el Mar Caribe colombiano

Las corrientes en el Mar Caribe colombiano además de esta influenciadas por los vientos Alisios, están influenciadas por tres condiciones generales:

1. la presencia de la Corriente del Caribe en la superficie hasta aproximadamente 160 m de profundidad.
2. La Contracorriente del Darién hacia el Este con intensidades que varían con la profundidad, pero su máxima velocidad (0,1 m/s) se centra hacía los 180 m sobre el borde de la plataforma continental.
3. La Corriente profunda del Caribe que es de lento movimiento hacia el Este sobre el talud y fondo abisal (Andrade et al., 2003). La corriente superficial es inestable y en ella viajan remolinos que giran en forma ciclónica y anticiclónica con tamaños desde varias decenas de kilómetros hasta ~300 km de diámetro (Andrade y Barton, 2000).

La presencia de los vientos Alisios crea un comportamiento de carácter estacional en las corrientes, determinando la aparición de aéreas de surgencia de aguas subsuperficiales frente a La Guajira y la Sierra Nevada de Santa Marta, favorecidas por la dirección Nororiente suroccidente de la línea de costa (Corredor 1979, Pujos et al. 1986, Blanco 1988, Corpes 1992, Álvarez - León et al. 1995, Andrade et al. 2003). La corriente superficial es inestable y en ella viajan remolinos que giran en forma ciclónica y anticiclónica y cuyos tamaños van desde varias decenas de kilómetros hasta cerca de 300 km de diámetro (Andrade y Barton 2000).

El sector sur del Mar Caribe colombiano está dominado por la Contracorriente Panamá – Colombia y el Giro de Panamá – Colombia. En esta región se presenta un flujo en dirección hacia el oriente, entre la Corriente del Caribe y la Costa colombiana, el cual puede estar relacionado con un giro ciclónico que domina la Cuenca de Colombia. Andrade (2001) sugirió que esta cuenca está dominada por el sistema ciclónico conocido como Giro Panamá – Colombia, a partir del que se desprende un brazo que forma la Contracorriente de Panamá – Colombia. La cual proviene de Panamá y gira de forma ciclónica dentro del Golfo del Darién dirigiéndose hacia el oriente sobre las costas colombianas.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 253 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

La Contracorriente Panamá – Colombia varia en extensión según la época del año. En la estación seca se extiende desde el golfo del Darién hasta las inmediaciones de la desembocadura del río Magdalena. Durante la temporada húmeda, asociada a una disminución en la intensidad de los vientos Alisios, esta corriente alcanza la Península de La Guajira ^{218 219 220 221 222}.

- **Oleaje**
 - Batimetría

Para este estudio se realizaron dos modelos digitales del terreno, uno antes de las obras, es decir, situación actual, y otro después de las obras proyectadas, es decir situación futura. El Modelo de la situación actual tiene en cuenta las condiciones iniciales del área de estudio; para esto se utilizó el Atlas Cartográfico de los Océanos y Costas suministrado por la Dirección General Marítima y elaboradas por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH²²³, además de la batimetría de detalle del sector que se propone para el Botadero (realizada por Batiestudios S.A.S, en julio de 2015) (ver Figura No. 5.113, Figura No. 5.114). Las cartas náuticas que contienen la zona de estudio son la 412 y la 625, la cual se muestra en la Figura No. 5.113.

El segundo modelo o condición final, tiene en cuenta el dragado de la dársena de maniobras, el canal de acceso y la cota final del botadero, después del vertido de material; para esto se utilizaron los insumos de la batimetría general y de detalle

²¹⁸ PUJOS, M., PAGLIARDINI, J., STEER, R., VERNETTE, G., WEBER, O. 1986. Influencia de la contra-corriente norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. Bol. Cient. CIOH.6:3-15.

²¹⁹ CORPES. 1992. El Caribe colombiano: Realidad ambiental y desarrollo. Consejo Regional de Planificación de la Costa Atlántica, 275 p.

²²⁰ ANDRADE, C.A., BARTON, ED. 2000: Eddy development and motion in the Caribbean Sea. J. Geophys. Res., 105(26):191–201

²²¹ ANDRADE, C.A., BARTON E.D. 2005. The Guajira upwelling system Continental Shelf Research. 25:1003–1022.

²²² BERNAL G., POVEDA, G., ROLDÁN, P., ANDRADE, C.A. Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la Costa Caribe Colombiana. En Revista Académica Colomb. Cienc. 30 (115): 195 – 208. 2006.

²²³ DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA (DIMAR) y CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS (CIOH). Atlas cartográfico de los océanos y costas de Colombia. 2ª edición. Publicación 3007. Bogotá: 2005. 105 p.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 aqua & terra
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 254 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>

inicial y se sobrepuso el diseño final del dragado y el vertido que se pretende realizar en la zona de estudio (ver Figura No. 5.116).

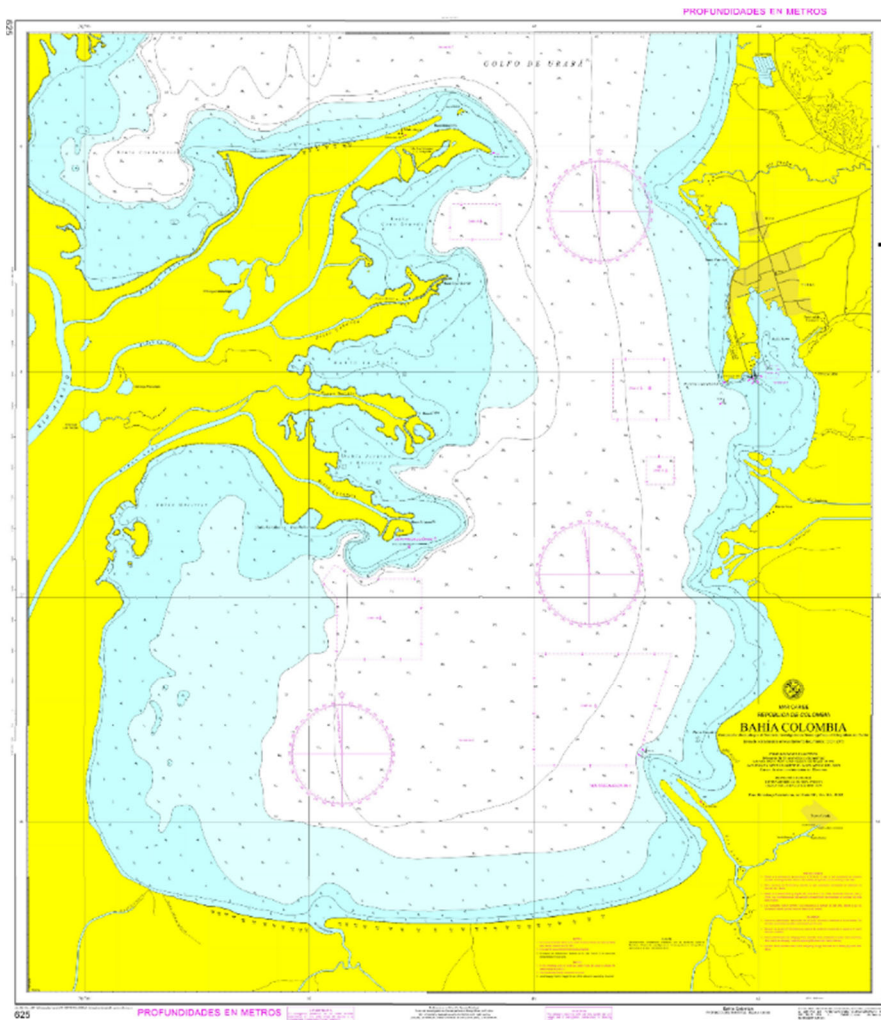


Figura No. 5.113 Carta náutica 625²²⁴
Fuente: Dirección general marítima.

²²⁴ DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA (DIMAR) y CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS (CIOH). Atlas cartográfico de los océanos y costas de Colombia. 2ª edición. Publicación 3007. Bogotá: 2005. 105 p.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		 aqua & terra
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

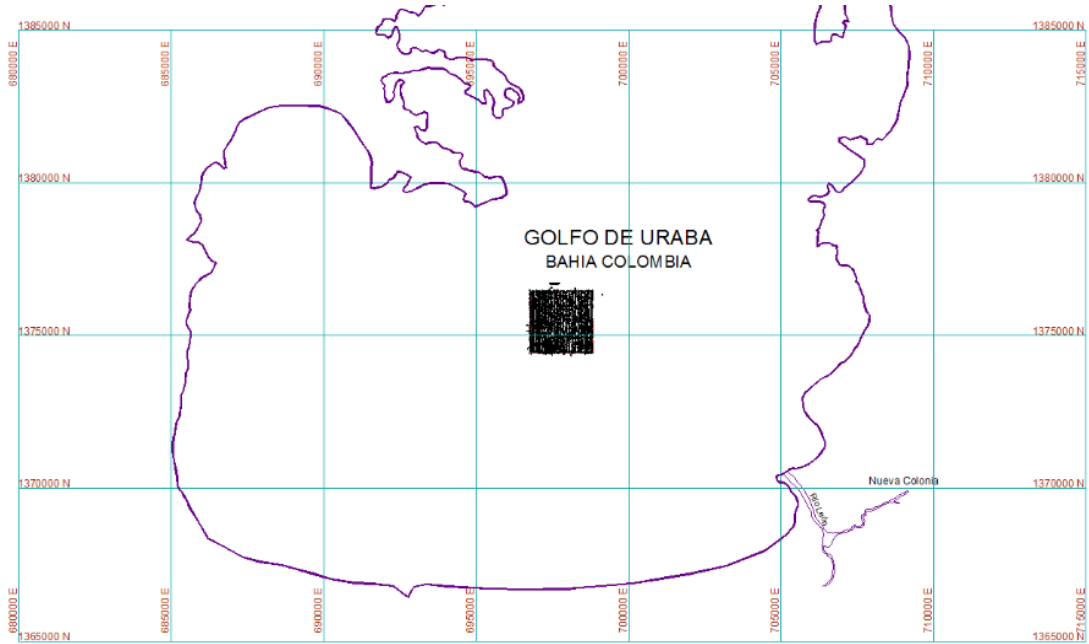


Figura No. 5.114 Batimetría de Detalle de la zona del botadero, condición actual.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 256 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

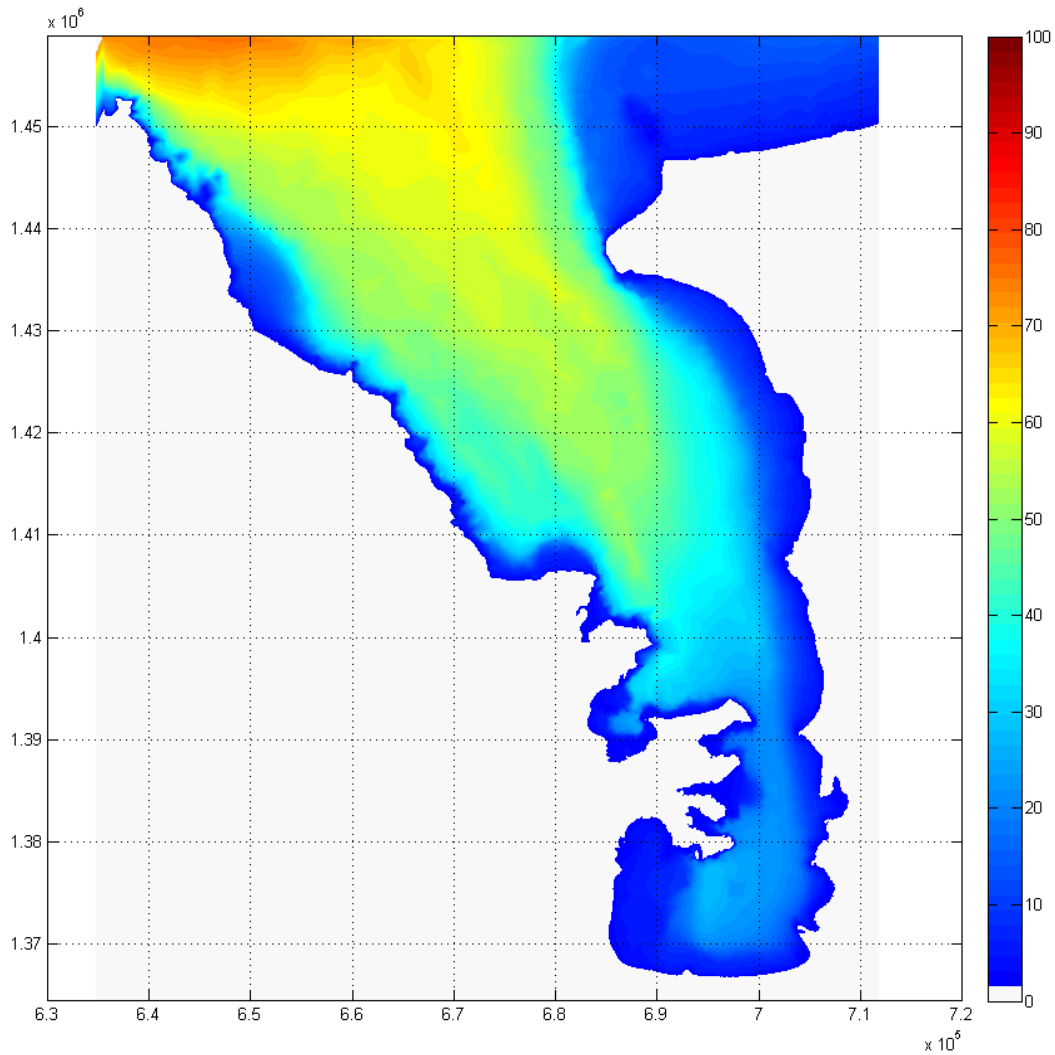


Figura No. 5.115 Batimetría Inicial General interpolada
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>		
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>		

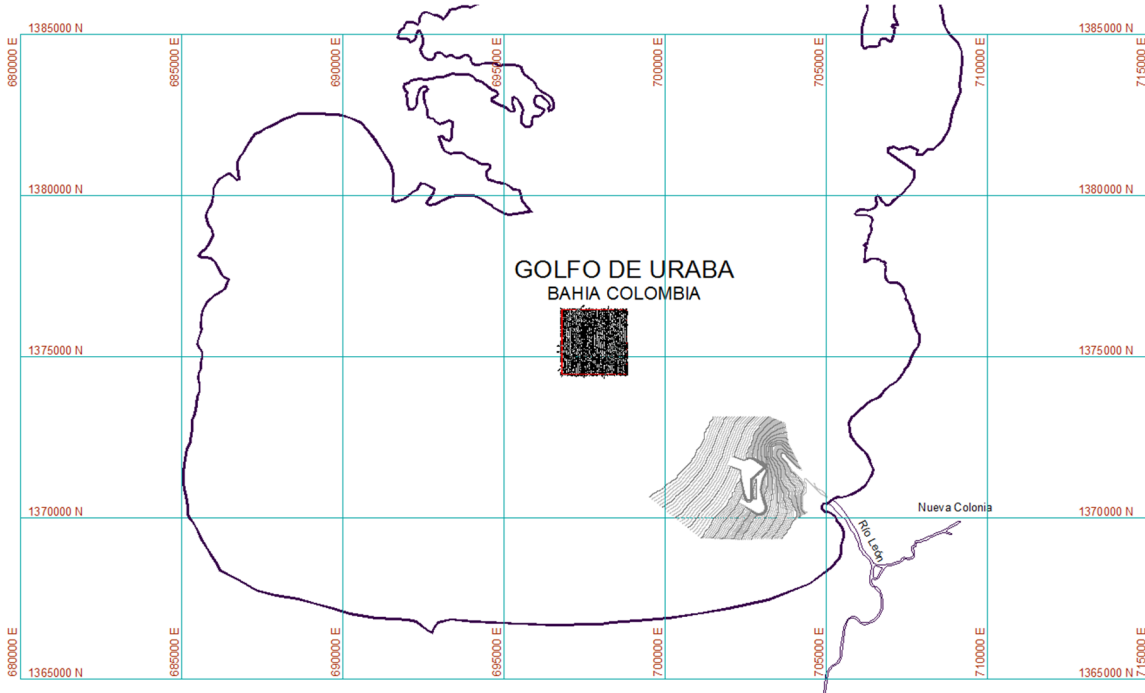


Figura No. 5.116 Batimetría Detalle del diseño del dragado de la dársena y de la zona de Botadero.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

- Oleaje en Aguas Profundas

La zona de estudio en la que se enmarca este proyecto se encuentra en el Caribe colombiano, en el departamento de Antioquia, en el golfo de Urabá (ver Figura No. 5.117).

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 258 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

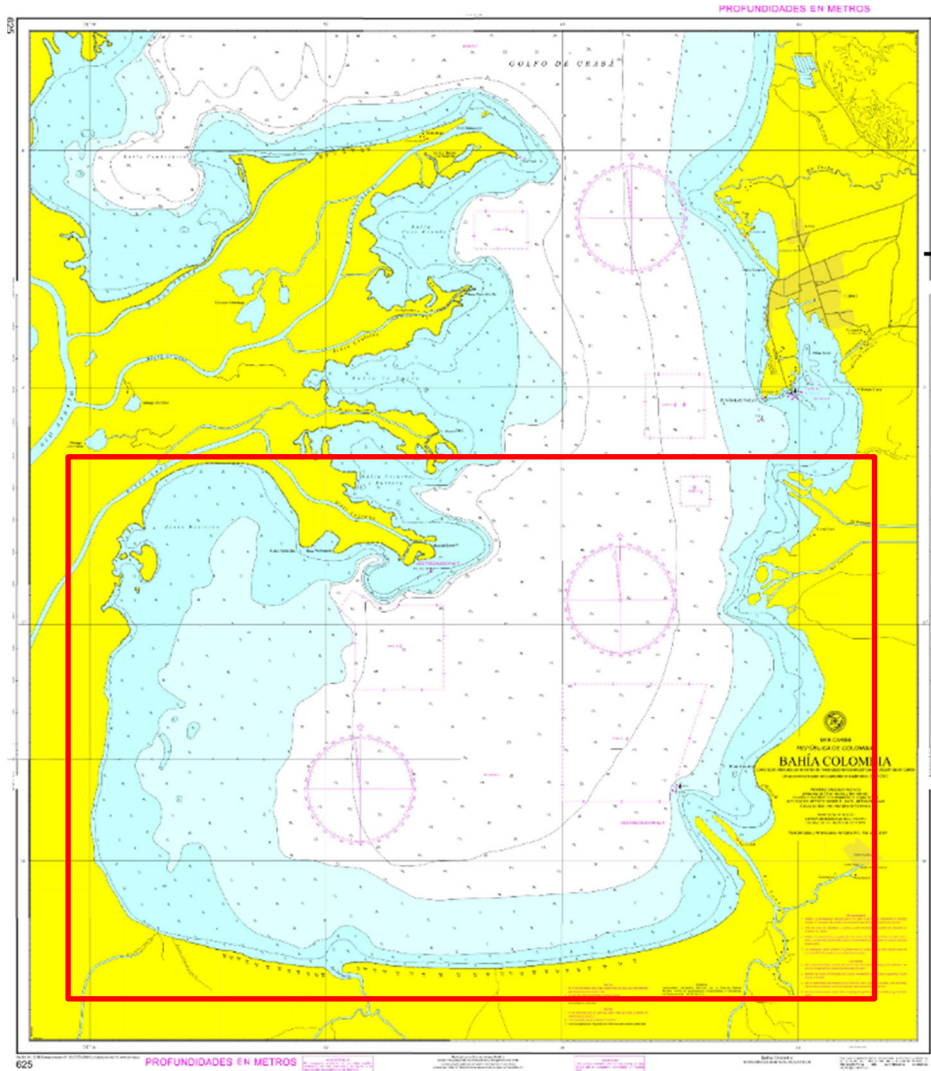


Figura No. 5.117 Batimetría Detalle del diseño del dragado de la dársena y de la zona de Botadero.

Fuente: CIOH, (2005)²²⁵, modificado Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

²²⁵ DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA (DIMAR) y CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS (CIOH). Op. Cit. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 259 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ OLEAJE SWELL (Mar de fondo) Boya de Barranquilla

El análisis de los datos de oleaje instrumental los cuales fueron obtenidos de la boya de la DIMAR²²⁶, ubicada en Barranquilla en coordenadas 11°9'41.0"N y 74°44'00"W (Figura No. 5.118), muestran la serie de datos para altura de ola significativa (Hs; ver Figura No. 5.119). Es importante resaltar la relevancia que tiene para el país un proyecto como el que se viene desarrollando por parte de DIMAR, en conjunto con sus centros de investigación, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) y el Centro Control Contaminación de Pacífico (CCCP); gracias al cual se cuenta con información instrumental que permite tener un mejor conocimiento del clima de oleaje a lo largo de las dos costas colombianas, desde hace ya algunos años. Este trabajo ha demandado gran cantidad de recursos y de tiempo, pero todo esto se ve reflejado en la calidad de la información con la que se cuenta actualmente. Esta serie de datos, de resolución temporal horaria, presenta una longitud de registro desde marzo de 2006 y terminando en abril de 2009. Cabe resaltar que, si bien la información que posee la DIMAR va hasta el 2014, Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, solo tiene acceso a los datos que se mencionan anteriormente. Dicha serie no es continua pues presenta varios registros nulos, los cuales se pueden apreciar en los espacios en blanco de la serie (ver Figura No. 5.119), por lo que es muy difícil extraer un comportamiento de la serie, debido a que no existe un año continuo de medición, lo cual no permite establecer como es la variación de la altura de ola a lo largo del año. Lo que podemos ver de la gráfica es que en los primeros meses del año la magnitud de la altura de ola tiene valores máximos y que los meses de agosto y septiembre se presentan valores mínimos

²²⁶ DIRECCIÓN GENERAL MARÍTIMA (DIMAR)
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 260 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Figura No. 5.118 Ubicación de la Boya de Barranquilla.
Fuente: Google Earth™ (2013), modificado Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

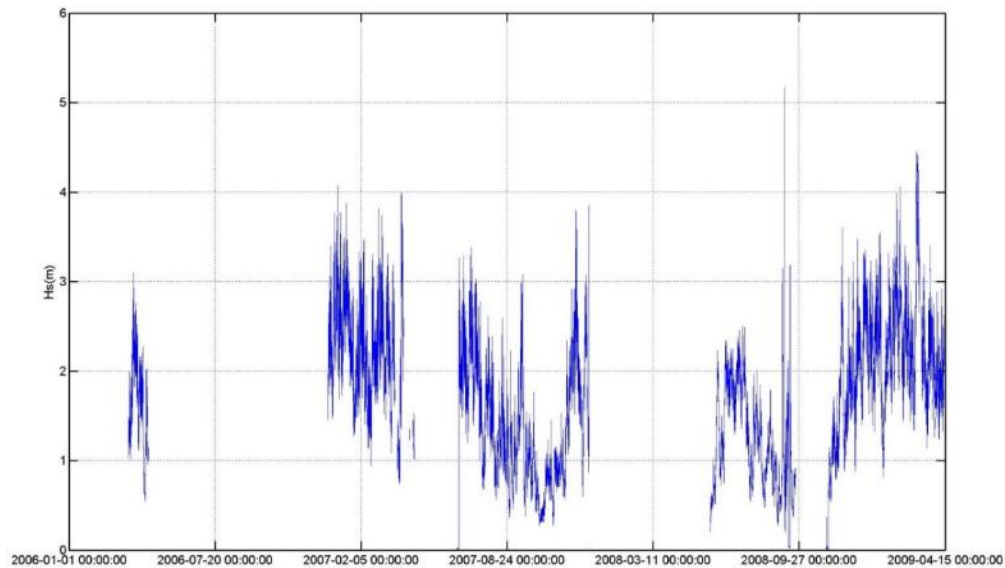


Figura No. 5.119 Serie de datos Hs de la boya de Barranquilla en un periodo comprendido entre 23 de marzo de 2006 y 20 de abril de 2009.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 261 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

La serie de altura de ola, de resolución temporal horaria, presenta una longitud de registro de más tres años comenzando en marzo de 2006 y terminando en abril de 2009; dicha serie no es continua pues presenta (como se observa en la figura) varios registros nulos, los cuales se pueden apreciar en los espacios en blanco de la serie.

De la gráfica anterior es muy difícil extraer un comportamiento de la serie, debido a que no existe un año continuo de medición, lo cual no permite establecer como es la variación de la altura de ola a lo largo del año. Lo que se puede ver de la figura es que en los primeros meses del año la magnitud de la altura de ola tiene valores máximos y que en los meses de agosto y septiembre se presentan valores mínimos. Con este comportamiento y de acuerdo a la climatología del viento en la zona se puede establecer que el comportamiento de la altura de ola a lo largo de año es de carácter bimodal, con máximos en los primeros meses del año, donde los vientos son fuertes y en los meses de junio y julio donde se presenta el veranillo de San Juan. Los valores mínimos para altura de ola se presentan en los meses de marzo-abril y en los meses de septiembre-octubre y noviembre, meses para los cuales se presenta una disminución en los vientos en el Caribe.

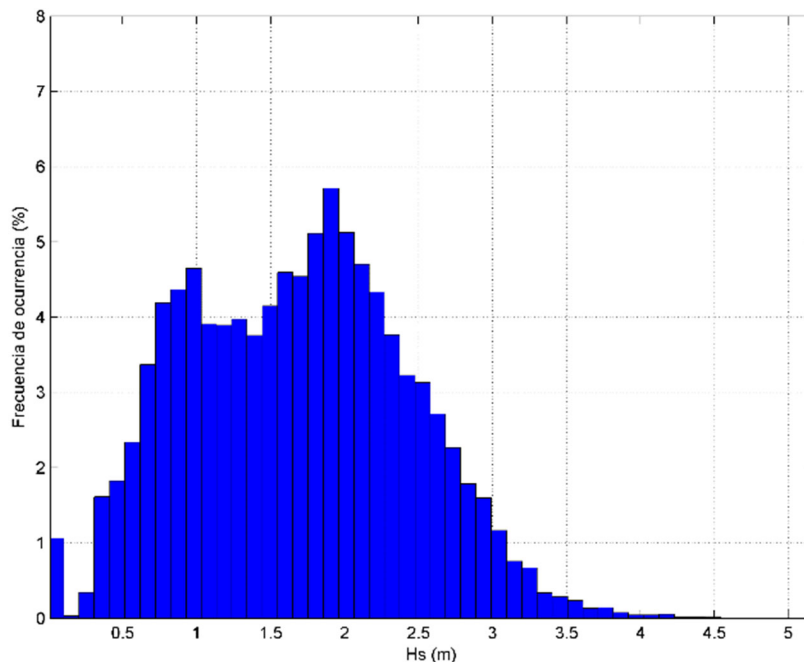


Figura No. 5.120 Histograma de frecuencia de Hs, para los datos obtenidos de la boya de Barranquilla.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 262 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Los valores de altura de ola que se presentan en la serie van del orden de los centímetros $H_{s_{min}}=0.30$ m hasta valores máximos que alcanzan $H_{s_{max}}= 4.5$ m, con una media de $H_{s_{med}}=1.67$ m. En la figura se logra notar un comportamiento bimodal del oleaje, en el cual se pueden identificar dos picos de oleaje, el primero alrededor de 1 m de altura y el segundo rondando los 2 m de altura de ola.

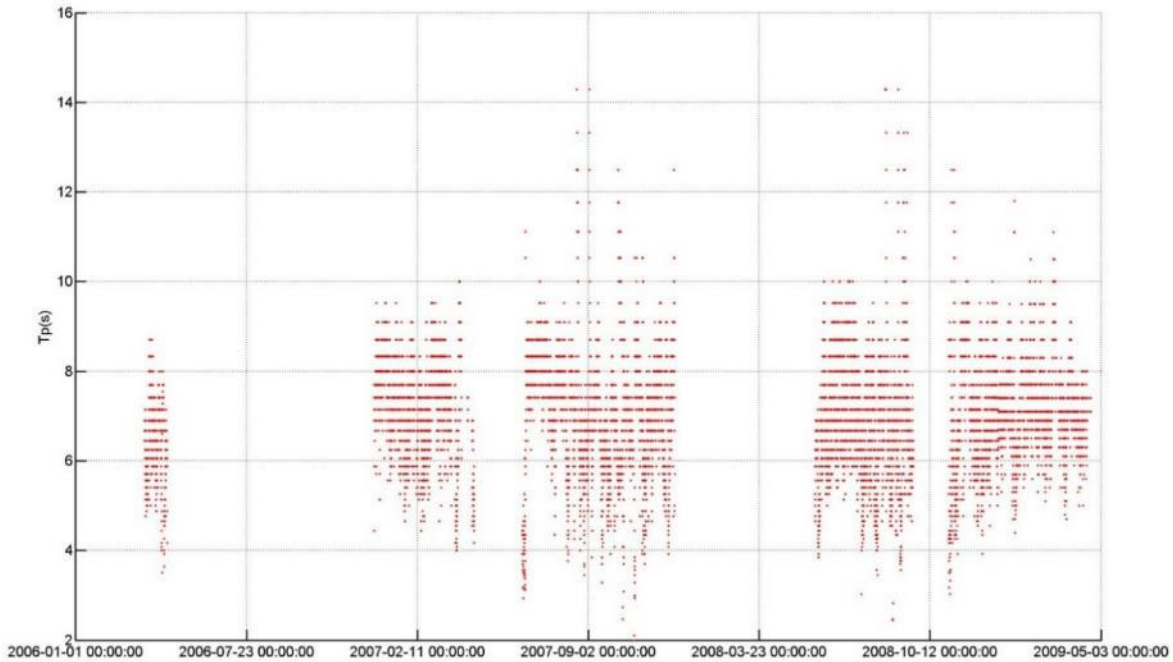


Figura No. 5.121 Serie de datos de T_p de la boya de Barranquilla en un periodo comprendido entre 23 de marzo de 2006 y 20 de abril de 2009.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Con respecto a los periodos se aprecia como los datos se agrupan casi en su mayoría entre 6 y 9 segundos. Este valores para el periodo pico son valores característicos de un oleaje tipo Sea o Local, oleaje predominante en la cuenca del Caribe Colombiano.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 263 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

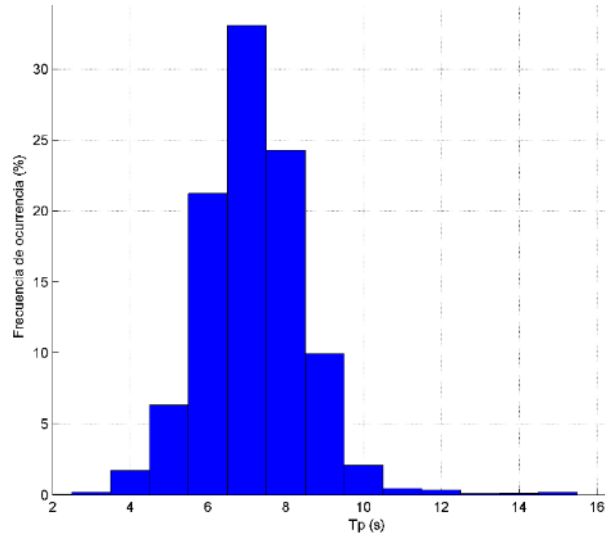



Figura No. 5.122 Histograma de frecuencia de Tp, para los datos obtenidos de la boya de Barranquilla
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De la gráfica anterior se puede apreciar la concentración de periodos alrededor de los 7 segundos para el oleaje de la boya de Barranquilla, característica de oleajes de tipo Sea o local. La media para los periodos está cercano a los 7.1 segundos y los periodos máximos son del orden de los 11 a 12 segundos.

La rosa de oleaje indica la dirección y altura de las olas en la boya de Barranquilla. Las olas más frecuentes provienen del NE con un porcentaje de ocurrencias de más del 60% y algunas pocas del ENE con un porcentaje del 25%. En la Boya de Barranquilla se puede ver que el oleaje ya sufre un fenómeno de refracción producido por el fondo oceánico.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 264 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

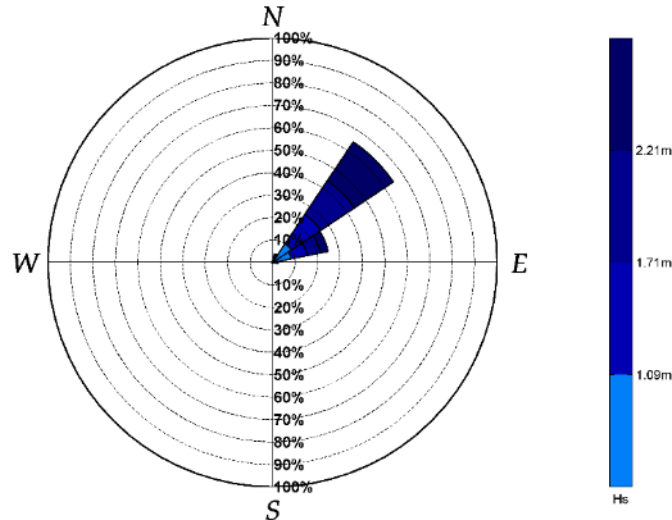


Figura No. 5.123 Rosa de oleaje
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

❖ Modelo WaveWatchIIITM

Para el estudio de la acción del oleaje sobre la zona de estudio fue necesario analizar el clima marítimo a partir de los resultados de modelos físico-matemáticos de gran escala, debido a que no existe una boya instrumental en las cercanías de la zona de estudio. Es claro que, los datos de la boya de Barranquilla no son suficientes para un análisis adecuado del clima marítimo en la zona de estudio, por su escasa longitud de registros, pero si es importante resaltar que permite calibrar los modelos numéricos que se tienen.

El modelo WaveWatchIIITM es un modelo de ondas espectrales de tercera generación que incluye interacciones entre la atmósfera y los campos de oleaje; el modelo muestra excelentes resultados con errores medios cuadráticos típicos del 15% respecto a la altura de ondas observadas, particularmente en regiones tropicales, presentando pobres aproximaciones en regiones de altas latitudes. El modelo resuelve la ecuación de densidad espectral con las propiedades medias como profundidad del agua y corrientes, considerando que el campo de la onda varía en el tiempo y el espacio mucho más que una simple onda. El modelo puede ser aplicado en escalas espaciales desde 1 a 10 km y por fuera de la zona de rompientes del oleaje. La ecuación que gobierna el modelo incluye la refracción y

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 265 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

difracción del campo de oleaje, con variaciones espaciales y temporales de la profundidad media del agua y de las corrientes cuando se aplica. Los procesos físicos consideran el crecimiento y decrecimiento de la onda por acción del viento. La propagación del oleaje es considerada con un comportamiento lineal, con efectos no lineales como los ya mencionados. El programa proyecta resultados de la onda tales como altura de ola significativa (H_s), dirección (θ), frecuencias, espectros, entre otros.

Es así como fueron utilizados los datos del modelo WaveWatchIII™. El modelo utilizó inicialmente los datos del programa del Análisis del Clima del Pacífico, el cual pronosticó datos de oleaje mediante la utilización de información de vientos del NCEP/NCAR (Kalnay et al., 1996), con datos cada 6 horas a 10 m de altura, donde el viento fue utilizado como el forzamiento principal. La serie pronosticada de oleaje fue calibrada con información de las boyas oceanográficas de la NOAA, National Data Buoy Center (NDBC). Los resultados presentaron buenos ajustes, especialmente en eventos de variabilidad interanual lo que demostró la robustez del modelo (Graham y Díaz, 2001).

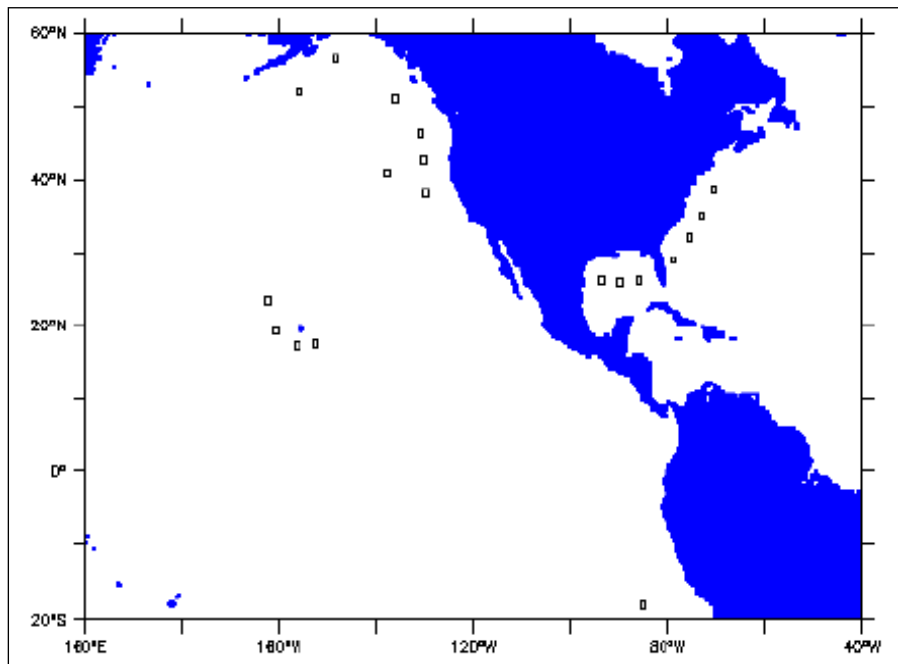


Figura No. 5.124 Ubicación de las boyas de la NOAA, con cuyos datos fue calibrado el modelo

Fuente: WaveWatchIII™. Tomado de Caires et al (2002).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 266 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Los datos disponibles del modelo se encuentran distribuidos espacialmente sobre el Caribe Colombiano sobre una malla $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ (ver Figura No. 5.125), el punto WW_Barranquilla corresponden a la serie de WaveWatchIII™ que se utilizó para calibrar los datos del modelo con los datos de la boya de Barranquilla, la serie ubicada en el punto WW_GOLFO es la serie utilizada para obtener el régimen medio en profundidades indefinidas cuya resolución temporal es de una hora y registró variables tales como Hs, Tp y θ comprendidas entre los años 1999 y 2014.



Figura No. 5.125 Sitios con información de oleaje del proyecto WaveWatchIII™. El punto WW_Barranquilla corresponden a la serie de WaveWatchIII™ que se utilizó para calibrar los datos del modelo con los datos de la boya de Barranquilla y el punto WW_GOLFO es la serie utilizada para obtener el régimen medio en profundidades indefinidas.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 267 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

❖ Calibración del oleaje

Con el fin de calibrar los datos del modelo WaveWatchIII™ mostrado en la Figura No. 5.125, se utilizaron los datos de la boya de Barranquilla. El procedimiento de calibración de la serie consistió en lo siguiente: 1) Se buscó una de la boyas virtuales obtenidas con el modelo WaveWatchIII™ cercano a la ubicación de las boyas, en este caso se trabajó con los datos de la boya virtual ubicada en 11°15'00"N 74°45'00"W, 2) Una vez que se tienen los datos del modelo y los datos de la boya, se buscan todos los datos que correspondan a la misma fecha en las dos series, 3) Con los pares de datos se realiza una regresión lineal entre los datos de modelo y los datos de la boya, ambos con igual nivel de probabilidad de no-excedencia, con el fin de obtener los parámetros de calibración de la series de oleaje para la altura de ola significativa y 4) Se le aplican los parámetros de calibración a la serie de WaveWatchIII™ en el golfo de Uraba.

La Figura No. 5.126 compara los datos del modelo WaveWatchIII™ con los datos de la boya de Barranquilla.

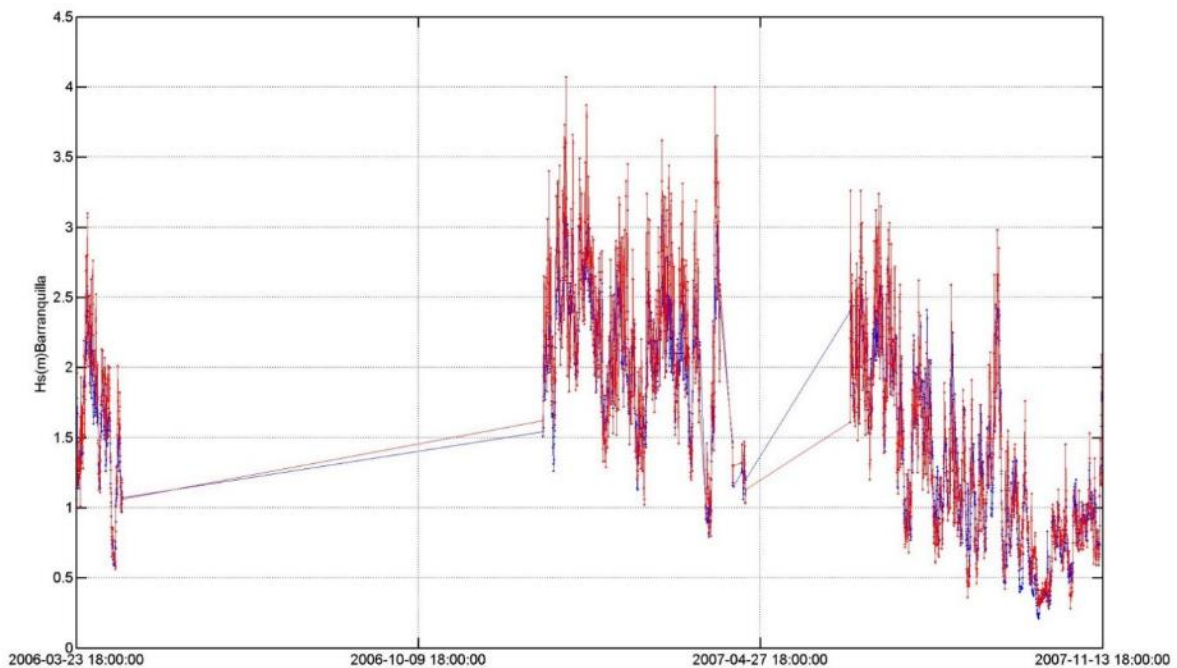


Figura No. 5.126 Datos del modelo WaveWatchIII™ y datos de la boya de Barranquilla para el periodo de registro de la boya (23 de marzo de 2006 al 1 de diciembre de 2007).

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 268 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

En la Figura anterior podemos ver como los datos del modelo siguen la tendencia de los datos de la boya, pero se ve también que los datos del modelo subestiman los datos de altura de ola significativa, es por este motivo que los datos del modelo tienen que ser calibrados con datos instrumentales.

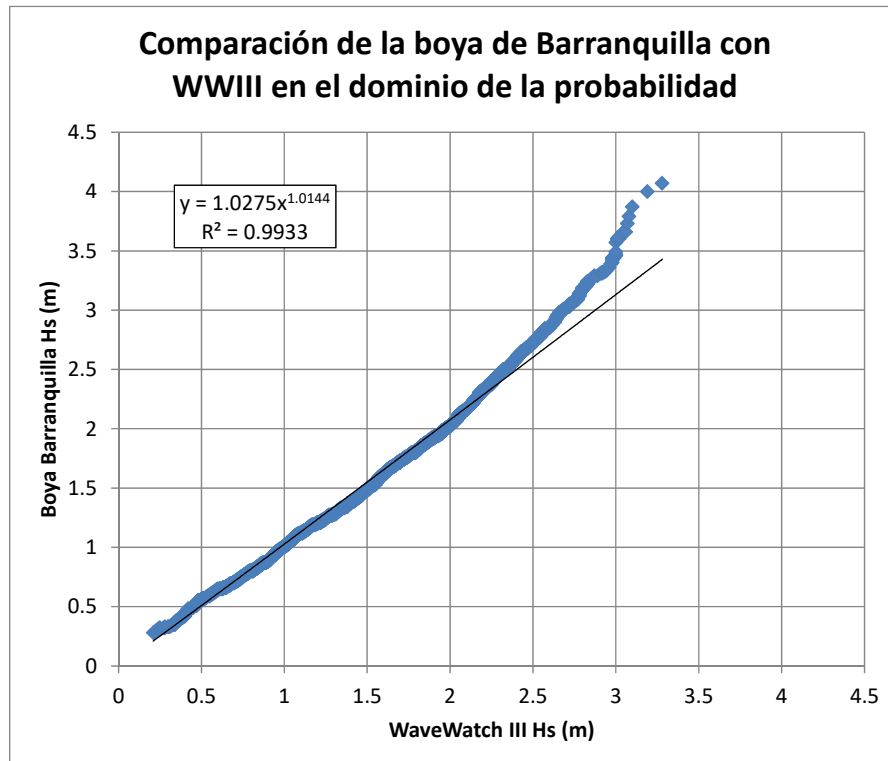


Figura No. 5.127 Relación entre la altura de ola significativa de la Boya de Barranquilla y la altura de ola significativa en la boya virtual obtenida mediante el modelo WaveWatchIII™ en el punto 74°45'W-11°15'N.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Tabla No. 5.47 Valores de los coeficiente a y b en la regresión $a*x^b$ para valores medios de Hs.

Altura de ola significativa (Hs)	a	b
Boya-WWIII	1.028	1.014

En la Figura No. 5.127 se encontró que los datos de altura de ola significativa del modelo WaveWatchIII™ subestiman los datos medidos con las boyas y se encuentran los parámetros de calibración de la serie mediante una regresión del tipo $a*x^b$. En la Tabla No. 5.47 se muestran los parámetros obtenidos en la

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 269 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

regresión potencial, los cuales por no disponer de más información son los que se utilizaron para corregir los datos de WaveWatchIII™, en el punto WW_GOLFO (Figura No. 5.125), a partir del cual se realizará la propagación del oleaje hacia la zona de estudio.

A continuación se muestra la comparación de los periodos de la boya de Barranquilla y los periodos del modelo WaveWatchIII™.

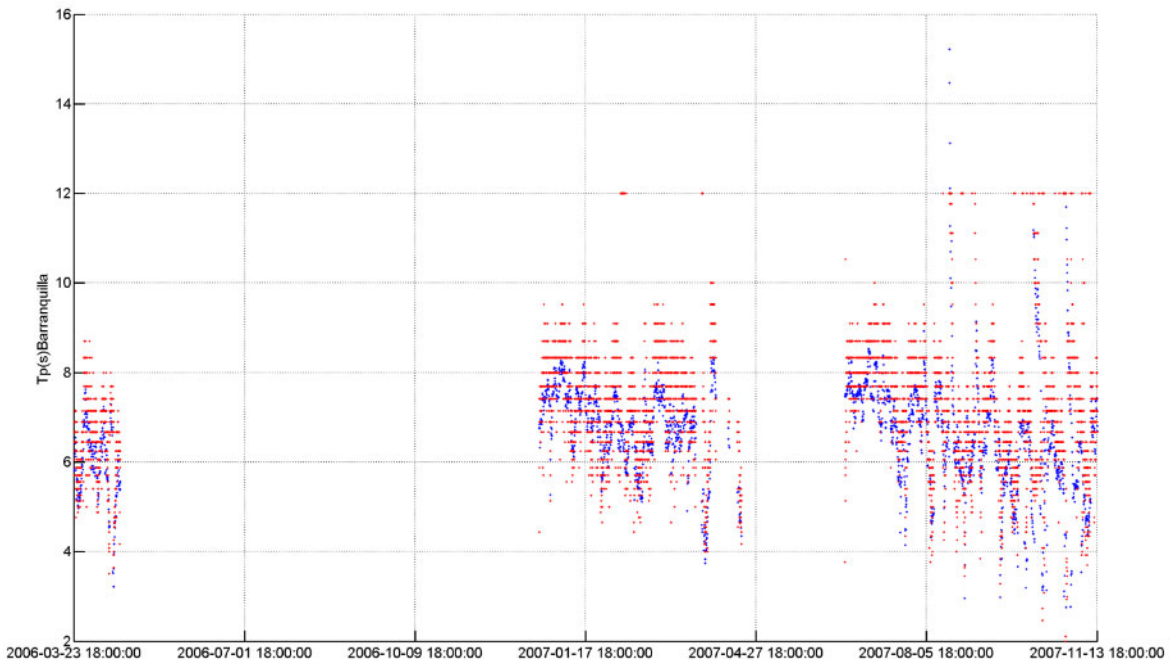



Figura No. 5.128 Datos del modelo WaveWatchIII™ (rojo) y datos de la boya de Barranquilla (azul) para el periodo de registro de la boya entre el 23 de marzo de 2006 y el 1 de diciembre de 2007.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

La comparación de los periodos del modelo WaveWatchIII™ y los periodos de la boya de Barranquilla, muestran que el modelo está siguiendo muy bien la magnitud y la tendencia de la serie de la boya, mostrando los dos tipos de oleaje (sea y swell) de la misma magnitud que se presentan en la zona de estudio, por lo tanto no resulta necesario corregir los datos de periodo del modelo.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 270 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

❖ Oleaje medio en profundidades indefinidas

Luego de aplicar la metodología descrita anteriormente se aplicaron los coeficientes a la serie del modelo ubicada en las coordenadas 9°0'0"N-77°0'0"W- A continuación se presentan los gráficos más representativos de la serie de tiempo de oleaje.

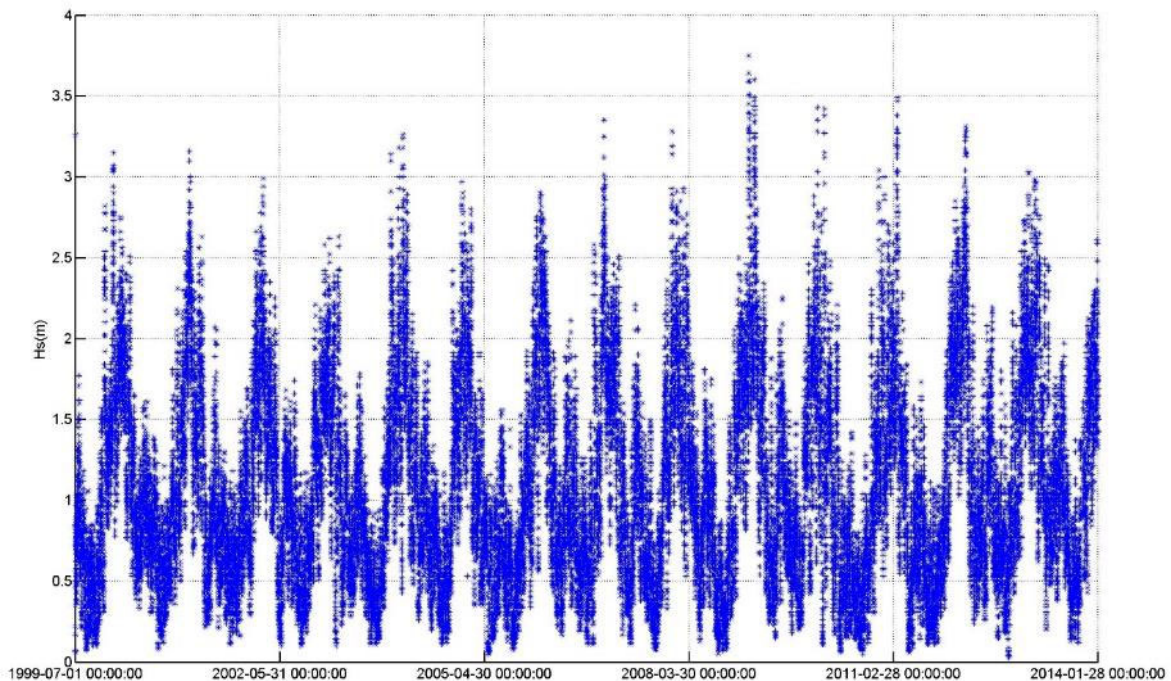


Figura No. 5.129 Serie de datos corregida para Hs, en 9°0'00"N 77°0'00"W
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

En la figura anterior se puede ver el comportamiento de oleaje en el WW_GOLFO. Se nota que los picos del oleaje se presentan en los primeros meses del año, donde se pueden ver oleajes con una magnitud que supera los 2.5 m de altura, e incluso pueden llegar a tener más de 3.0 m de altura, y en los meses de junio y julio, periodo para el cual se presenta el veranillo de san Juan en la región Caribe, se pueden ver alturas de ola que superan los 1.5 m de altura. En los meses de octubre y noviembre se presentan los valores de altura de ola mínimos en la región.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

El oleaje registrado en la boya virtual ubicada en las coordenadas geográficas 9°0'0"N-77°00'0"W presenta una longitud de registro de 14 años comenzando agosto de 1999 y terminando el 31 de enero de 2014, dicha serie es continua en el tiempo con resolución temporal de tres horas.

Con respecto a los periodos se puede apreciar que la gran mayoría se agrupan entre los 4 y los 10 segundos, valores característicos en toda la cuenca Caribe.

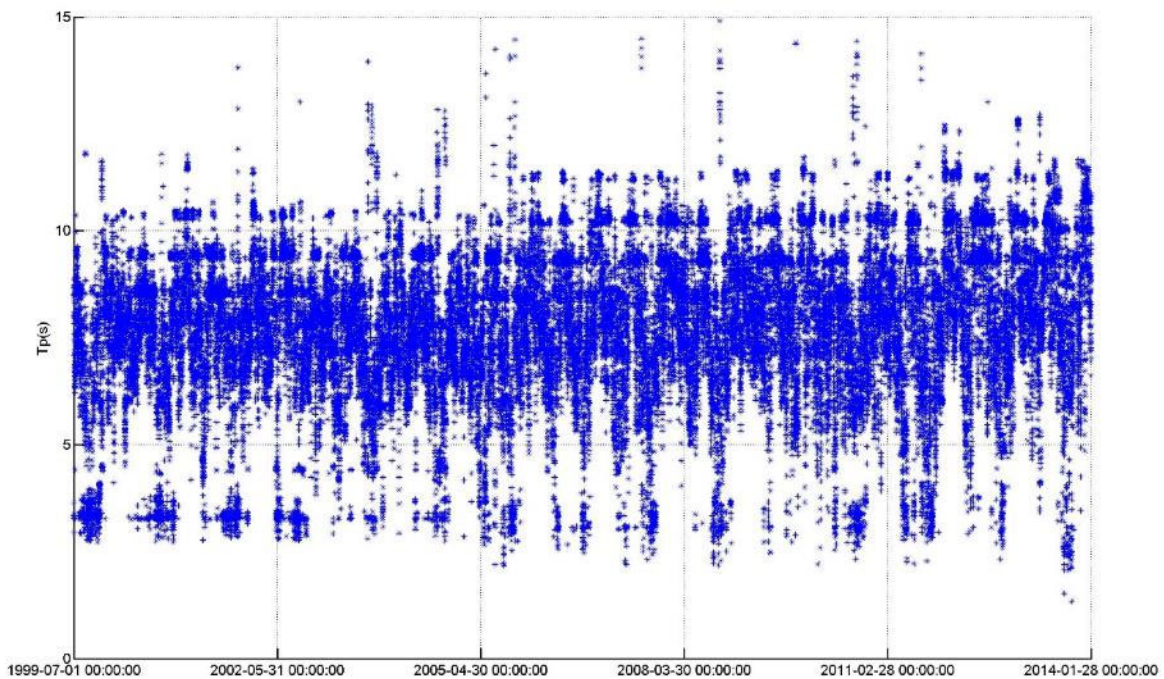


Figura No. 5.130

Serie de datos corregida para Tp, en 9°0'00"N 77°0'0"W
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 272 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

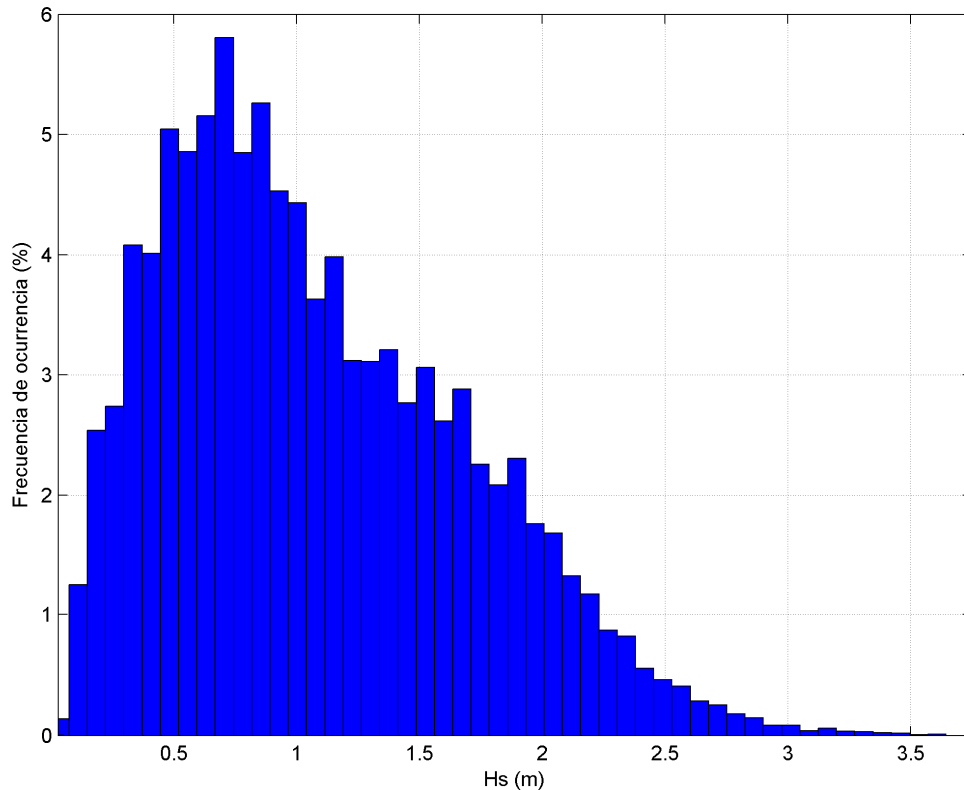


Figura No. 5.131 Histograma de frecuencias para Hs-WaveWatchIIIITM, 9°0'00"N 77°0'0"W
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Los valores de altura de ola que se presentan en la serie van del orden de los centímetros $H_{smin} = 0.1$ m hasta valores máximos que alcanzan $H_{smax} = 3.5$ m, con una media de $H_{smed} = 1.07$ m. En esta grafica se puede observar que los valores de altura de ola tienen una distribución sesgada a la izquierda.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 273 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

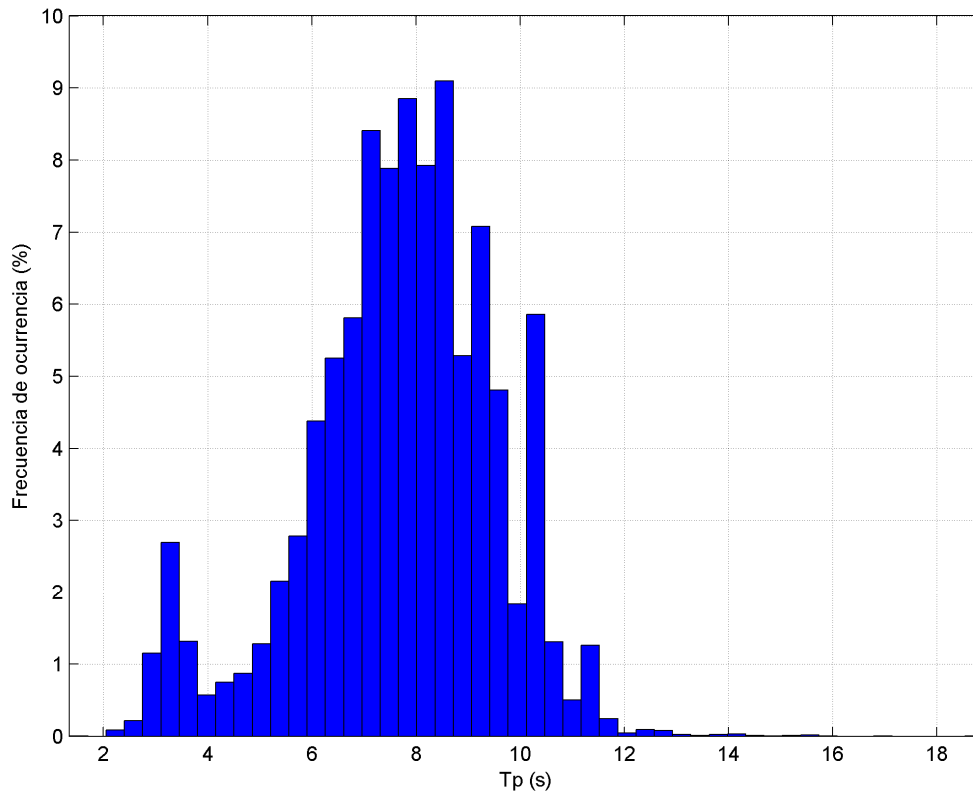


Figura No. 5.132 Histograma de frecuencias para Tp-WaveWatchIIIITM, 9°0'00"N 77°0'0"W.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Para los periodos picos se ve como los valores están concentrados entre los 6 y los 10. Se puede ver que con muy poca frecuencia que presentan periodos superiores a los 10 segundos.

La rosa de oleaje indica la dirección y altura de las olas en aguas profundas en una amplia zona frente al área de estudio. Las olas más frecuentes provienen del NNE con una probabilidad de ocurrencias cercano al 79% y del NE con un porcentaje del 10%. Estas dos direcciones representan el 89% de los oleajes que se presentan en profundidades indefinidas, para la zona de estudio.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 274 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

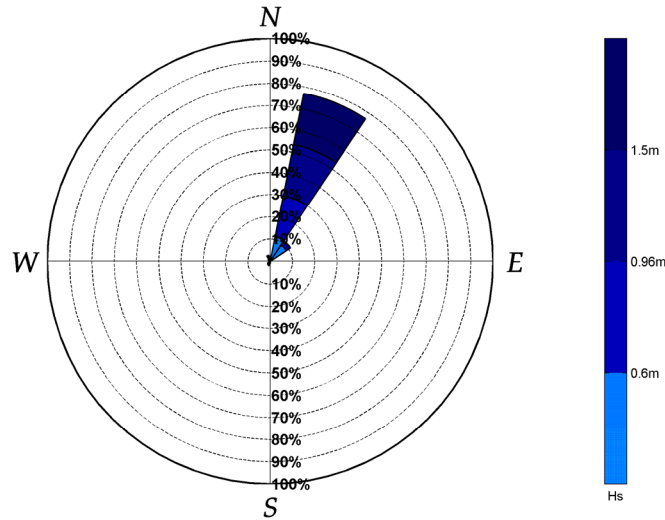




Figura No. 5.133 Rosa de Oleaje.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Tabla No. 5.48 Valores de los coeficiente a y b en la regresión $a \cdot x^b$ para valores medios de Hs.

TABLA ESTADISTICOS BASICOS

Variable medida: Hs

direcciones(°)	prob.direccion	Hs _{10%}	Hs _{30%}	Hs _{50%}	Hs _{70%}	Hs _{1,2(99.99%)}
ESC	-----	0.9600	1.9500	2.1900	2.6600	3.1732
N	0.0208	0.9200	1.8400	2.2800	2.9138	3.3916
NNE	0.7697	1.1400	2.0300	2.2600	2.7100	3.2272
NE	0.1091	0.4300	0.7000	0.7700	0.9500	1.1131
ENE	0.0000	0.5400	0.6700	0.6700	0.6700	0.6700
E	0.0000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000	0.7000
ESE	0.0000	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500	0.4500
SE	0.0001	0.4000	1.1700	1.1700	1.1700	1.1700
SSE	0.0008	0.6700	0.9700	1.0725	1.1200	1.1200
S	0.0084	0.6100	0.9200	1.0470	1.1594	1.3300
SSW	0.0176	0.6400	0.9300	1.0120	1.1600	1.3191
SW	0.0147	0.6200	0.9000	0.9800	1.1104	1.2616
WSW	0.0052	0.5150	0.8630	0.9440	1.1684	1.1900
W	0.0012	0.5000	0.9500	0.9990	1.2494	1.2500
WNW	0.0031	0.2400	0.7000	0.8070	1.1240	1.2900
NW	0.0109	0.5600	1.1440	1.5100	2.1778	2.8964
NNW	0.0275	0.6100	1.5890	2.0920	2.7704	2.9890

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 275 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Los estadísticos básicos de la serie de oleaje de la boya virtual se presentan en la Tabla No. 5.48, donde es importante resaltar que para las direcciones NE, ENE se presentan las alturas de ola más frecuentes, con un porcentaje conjunto del 95%.

❖ Oleaje sea (oleaje local por viento) vientos estación turbo

Debido a que en el golfo de Urabá el oleaje de fondo se puede ver afectado cuando entra a este y su magnitud puede disminuir drásticamente por efectos de refracción y difracción, se consideró modelar a parte el efecto que tiene el oleaje de viento o local al interior del golfo de Urabá. El oleaje de viento o local en geografías como el golfo de Urabá y bahía Colombia, puede tener más relevancia en el oleaje de fondo. Todo va a depender de la configuración del golfo y de la longitud de desarrollo (o FETCH).

Para alimentar un modelo que convierta el viento en oleaje, se utilizaron los datos registrados por la estación Turbo, propiedad del International Station Meteorological Climate Summary (ISMCS), la cual estuvo ubicada en el sector de Punta Las Vacas en el Municipio de Turbo, Antioquia, y tiene registros entre enero de 1949 y mayo de 1984. La información disponible de esta estación no es la serie de tiempo de magnitud y dirección del viento sino los estadísticos de probabilidad ocurrencia del viento durante todo el periodo de registro por intervalos de magnitud para las 16 direcciones principales (Tabla No. 5.49). Las direcciones de viento y de oleaje indican de donde proviene.

Tabla No. 5.49 Información de la estación Turbo de probabilidad de ocurrencia del viento.

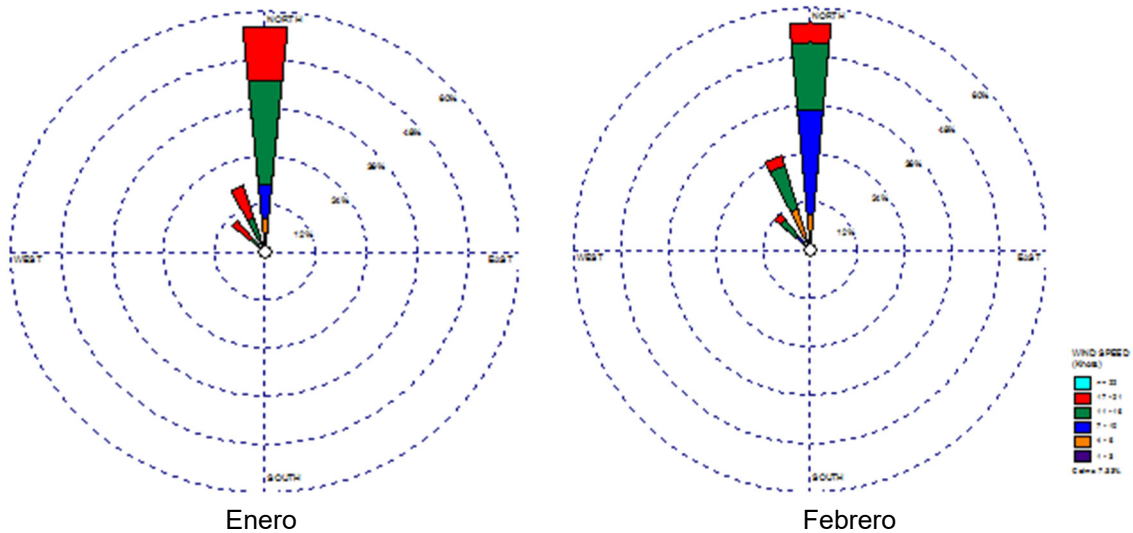
Intervalos veloc. viento (m/s)	0.5 – 3.5	3.5 – 6	6 – 9.5	9.5 – 14.5	14.5 - 18.5	18.5 – 23.5	% total por dirección
N	0.4	3.6	11.6	5.6	0.7	0	21.8
NNE	0.1	0.2	0	0	0	0	0.4
NE	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0.5
ENE	0	0	0	0	0	0	0.1
E	0.3	0.4	0.1	0	0	0	0.8
ESE	0	0.1	0.1	0	0	0	0.2
SE	0.2	0.5	0.2	0	0	0	0.9
SSE	0.2	0.7	0.2	0.1	0	0	1.2
S	0.9	6	8.5	1.1	0.1	0	16.6
SSW	0.3	1	0.6	0.1	0	0	2
SW	0.3	2.4	2.5	0.3	0	0	5.5
WSW	0.1	0.6	0.2	0	0	0	1

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 276 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

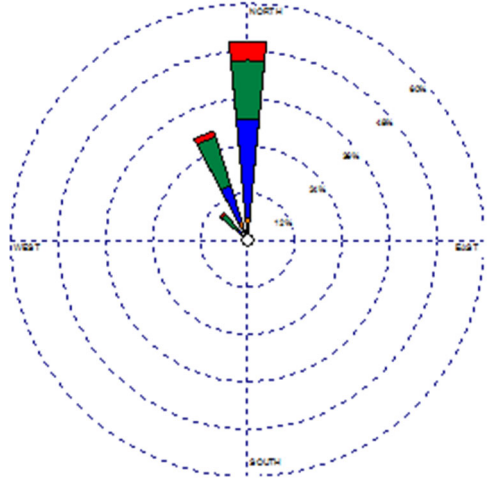
Intervalos veloc. viento (m/s)	0.5 – 3.5	3.5 – 6	6 – 9.5	9.5 – 14.5	14.5 - 18.5	18.5 – 23.5	% total por dirección
W	0.5	1.4	0.5	0.1	0	0	2.5
WNW	0	0.3	0.1	0.1	0	0	0.7
NW	0.2	1.8	3.3	1.9	0.3	0.1	7.6
NNW	0.2	1.8	3.4	3.4	0.4	0.1	9.4
Periodos de calma (%)							28.7
suma de los porcentajes de cada dirección más periodos de calma							100

Fuente:Aqua&Terra Consultores asociados S.A.S, 2015 .

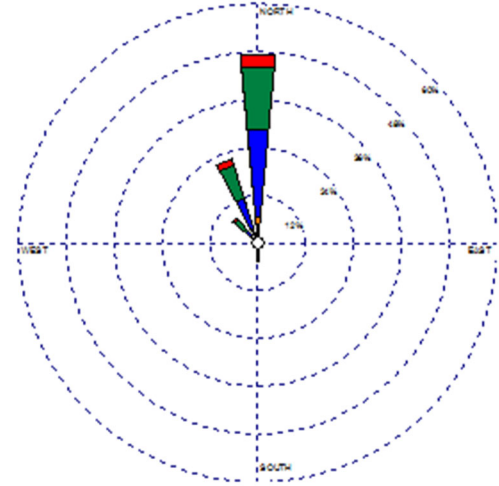
La Figura No. 5.134 presenta los vientos promedios multianuales en dirección y frecuencia según la velocidad en m/s de la estación Turbo entre enero de 1949 y mayo de 1984. La figura muestra la dirección desde donde los vientos llegan al punto donde se localiza la estación de medición



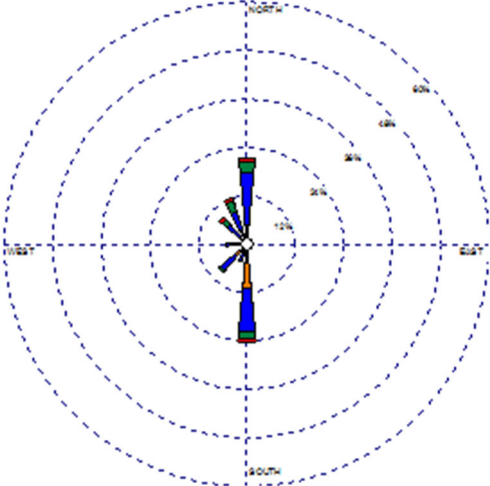
	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 277 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



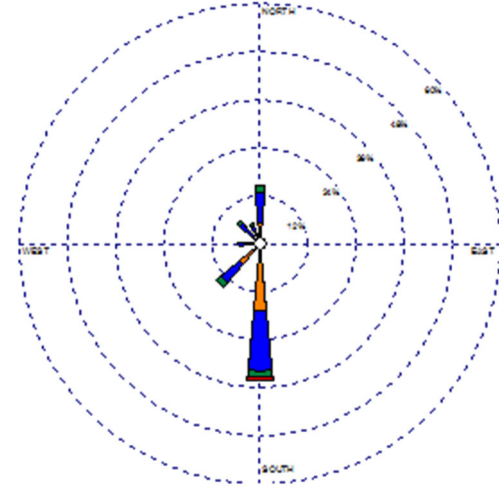
Marzo



Abril



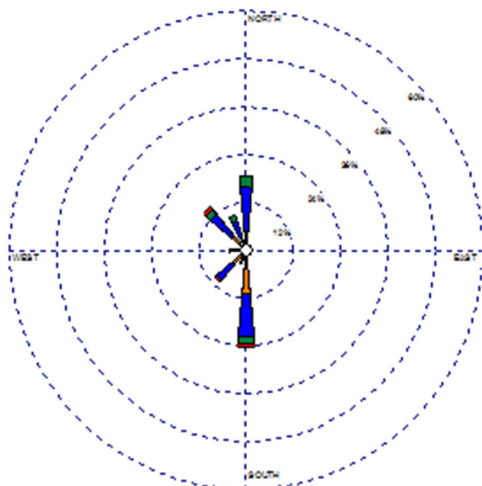
Mayo



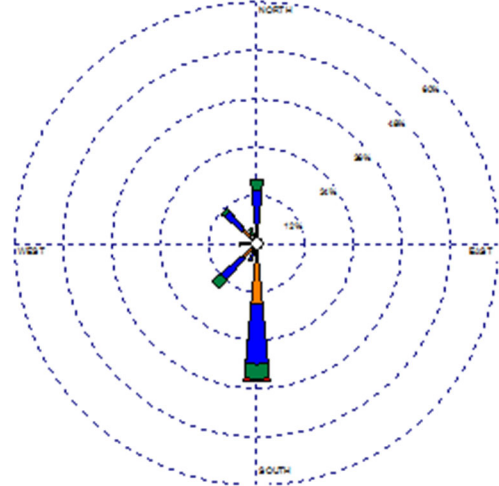
Junio



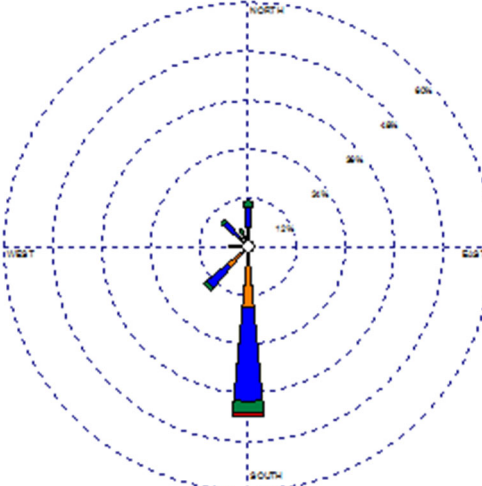
	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 278 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



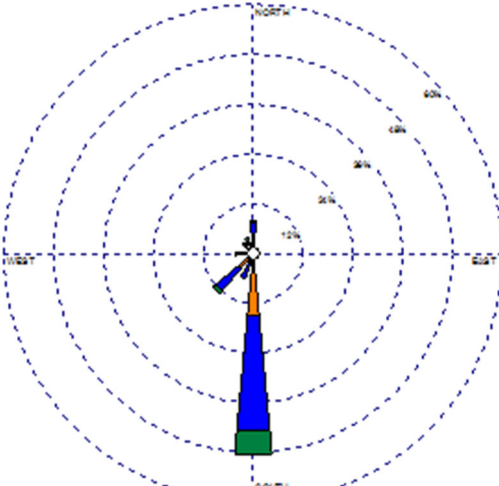
Julio



Agosto



Septiembre

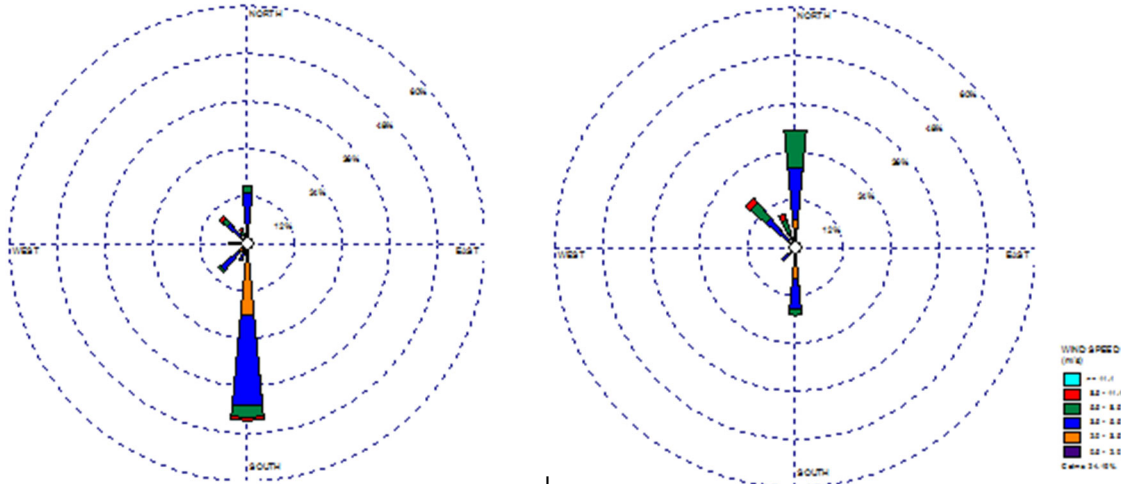


Octubre

WIND SPEED (Kmh)
 >= 22
 17-21
 11-15
 7-10
 4-6
 1-2
 Cera: 13.8%

WIND SPEED (Kmh)
 >= 22
 17-21
 11-15
 7-10
 4-6
 1-2
 Cera: 13.8%

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 279 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Noviembre
Figura No. 5.134

Diciembre
Ciclo anual de los vientos en la estación Turbo.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De la figura anterior se puede apreciar que para los meses de enero, febrero, marzo y abril, los vientos persistentes son los que provienen del norte, con magnitudes que pueden llegar a los 11m/s. En el mes de mayo se puede observar una transición de los vientos, pasando a ser los vientos que provienen del sur los más persistentes, los cuales se extienden hasta noviembre. En diciembre los vientos de norte vuelven a ser más persistentes en la zona.

❖ Campaña de medición de oleaje

De forma adicional y debido a la ausencia de registros de oleaje dentro de la bahía, se ha tomado como referencia la campañas ejecutada entre febrero y marzo de 2010 del estudio Modelación morfodinámica de desembocaduras a escala intra-anual de la Universidad Nacional²²⁷.

²²⁷ Alvarez O., Modelación morfodinámica de desembocaduras a escala intra-anual, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2011.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 280 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

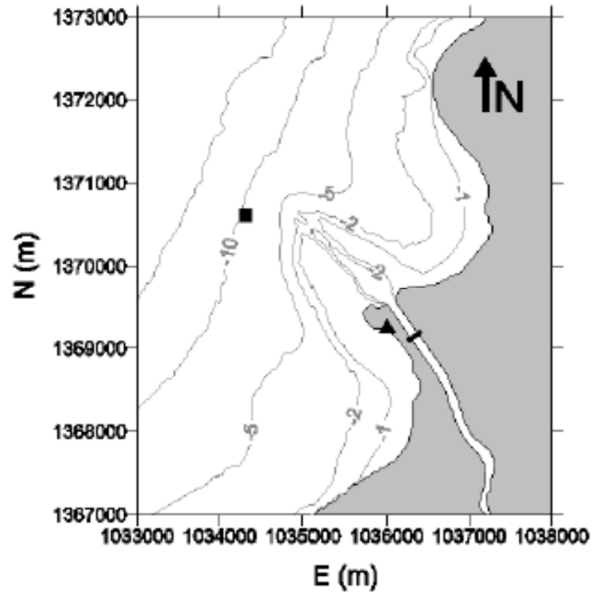


Figura No. 5.135. Localización de estaciones de aforo.

Fuente: Alvarez, 2011.²²⁸

La caracterización de los datos de oleaje medidos, se han determinado mediante distribución normal, obteniendo así los siguientes valores:

Hs promedio = 0.24 m

Tp Promedio = 4.1 s

σ Hs = 0.20 m

σ Tp = 0.5 s

²²⁸ Alvarez O., Modelación morfodinámica de desembocaduras a escala intra-anual, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2011.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 281 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

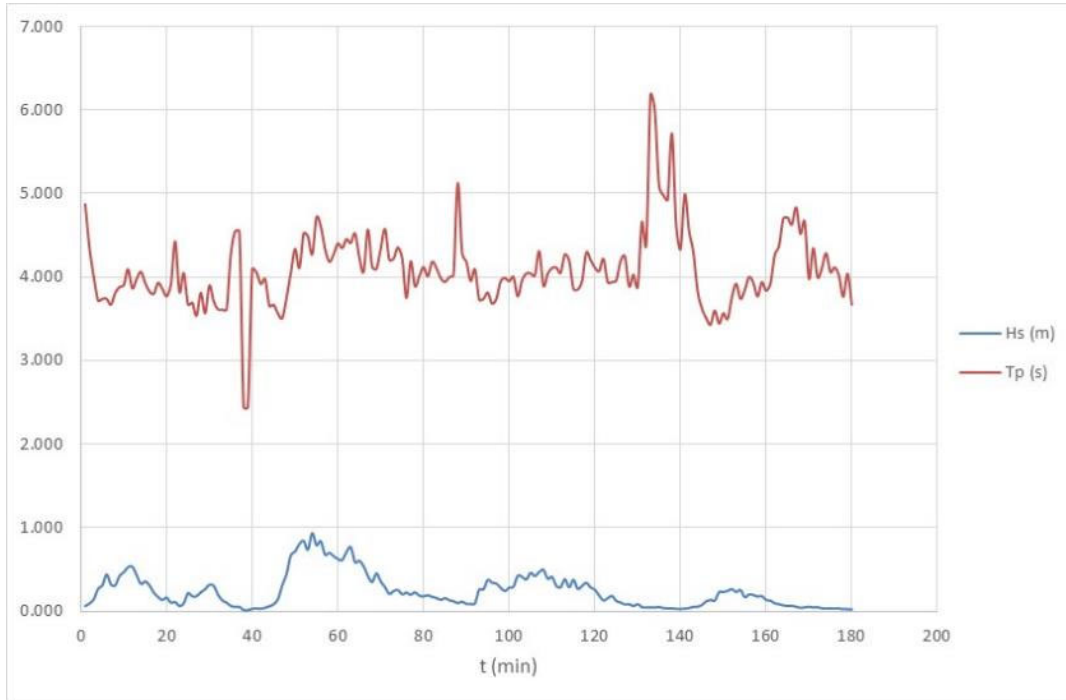


Figura No. 5.136. Campaña de medición de oleaje Febrero y Marzo de 2010.
Fuente: Elaborada por Aqua y Terra Consultores Asociados y datos tomados de Alvarez, 2011.²²⁹

❖ Propagación del oleaje

La propagación del oleaje se realizó con la finalidad de obtener una caracterización del oleaje (Altura significativa y dirección), a lo largo de la zona de estudio y con mayor detalle en las inmediación del botadero propuesto, tal que permita establecer el efecto de este en la dinámica litoral de la zona de estudio (ver Figura No. 5.137).

Los casos de propagación permiten obtener una imagen cualitativa y cuantitativa del proceso de propagación desde profundidades indefinidas hasta la zona de

²²⁹ Alvarez O., Modelación morfodinámica de desembocaduras a escala intra-anual, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 2011.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 282 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

estudio, permitiendo detectar zonas de concentración o dispersión del oleaje, conocer el ángulo de incidencia del oleaje y su altura (magnitud) una vez ha pasado por los diferentes procesos que sufre el oleaje al acercarse hacia la costa. Este trabajo se divide en cuatro tipos de propagaciones, la primera y la segunda, consisten en determinar el régimen medio de oleaje, a partir de la información del oleaje de Fondo y local, en la zona de estudio sin obras, con esto establecemos las condiciones existentes en la zona de estudio y la segunda es con los mismos casos de propagación, pero con la batimetría modificada por el proyecto. Esto servirá para conocer los impactos que tiene el botadero sobre la dinámica litoral de la zona de estudio.

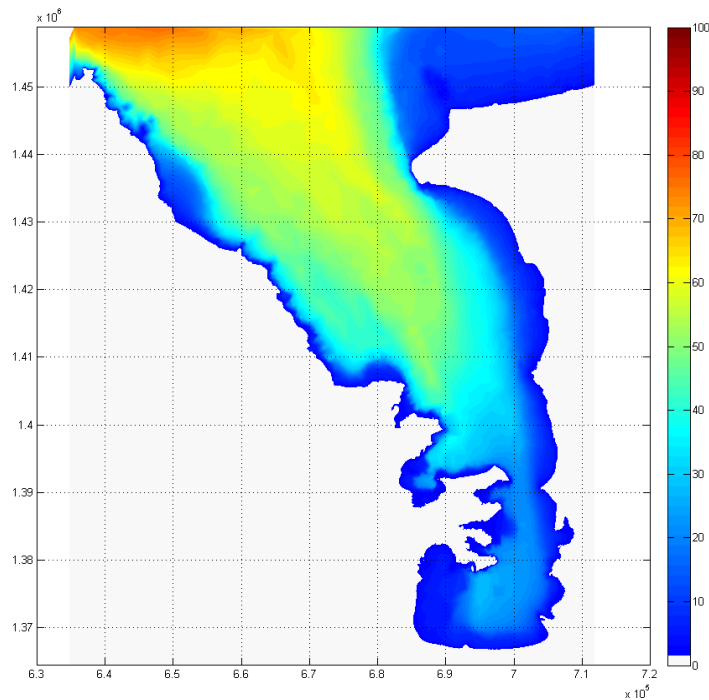



Figura No. 5.137 Zona de estudio (tomada de la unión de las cartas náuticas).
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Este estudio se realizó con ayuda del modelo SWAN y del Sistema de Modelado Costero de Colombia (SMC-COL), ajustado a las batimetrías de las costas colombianas por el Grupo de Investigaciones Oceanográficas y Costeras de la Universidad de Cantabria (GIOC), con la ayuda de la Dirección General Marítima (DIMAR). El SMC-COL integra una serie de modelos numéricos, que permiten dar

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 283 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

un soporte práctico a la correcta aplicación de la metodología de trabajo para la Ingeniería Costera.

❖ Descripción del modelo numérico de propagación

El SWAN (Simulating WAVes Near shore) es un modelo de tercera generación, basado en la energía espectral de la onda. Fue desarrollado como una extensión de los modelos de tercera generación para aguas profundas como el WAM y el WAVEWATCH, por el equipo de ingenieros de la Universidad Tecnológica de Delft. El SWAN es un modelo Euleriano y se basa en la ecuación de balance de acción de la onda o balance energético en ausencia de corrientes considerando todas las fuentes y sumideros. El espectro que se considera en SWAN es el espectro de densidad de acción de la onda $N(\sigma, \theta)$ en lugar del espectro de la densidad de energía $E(\sigma, \theta)$, ya que en la presencia de las corrientes, la densidad de la acción se conserva mientras que la densidad de la energía no²³⁰ (WHITHAM, 1974).

- Ecuaciones de gobierno
 - Las variables independientes son la frecuencia relativa σ (como se observa en un marco de referencia en movimiento con velocidad de la corriente) y la dirección de la ola θ (la dirección normal a la cresta de la ola de cada componente espectral). La densidad de acción de la onda es igual a la densidad de energía dividida por la frecuencia relativa:

$$N(\sigma, \theta) = \frac{E(\sigma, \theta)}{\sigma}$$

Dónde:

$E(\sigma, \theta)$ = Densidad de energía (Energía Cinética + Energía Potencial por unidad de superficie, es decir el área bajo la curva espectral)

²³⁰ WHITHAM, G. B., 1974: Linear and Nonlinear Waves. John Wiley and Sons, 636 pp.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 284 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

σ = Frecuencia relativa

La ecuación que gobierna el modelo SWAN es la ecuación de balance de acción de la onda:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_x N}{\partial x} + \frac{\partial c_y N}{\partial y} + \frac{\partial c_\sigma N}{\partial \sigma} + \frac{\partial c_\theta N}{\partial \theta} = \frac{S_{tot}}{\sigma}$$

Donde:

$N(\sigma, \theta)$ = Densidad de acción de la onda

C_g = Velocidad de fase o de grupo (Velocidad de propagación) en el espacio (x, y, σ, θ)

θ = Dirección de la onda

S = Fuente y sumideros de energía

Los términos fuentes se expresan por:


$$S_{tot} = S_{in} + S_{nl3} + S_{nl4} + S_{ds,w} + S_{ds,b} + S_{ds,br}$$

Donde los términos en el lado derecho de la ecuación son, los datos de entrada: el viento, interacciones triples de onda-onda e interacciones cuádruples onda-onda, whitecapping, fricción por fondo, rotura por fondo, respectivamente. A continuación se muestran algunas aproximaciones numéricas implementadas en el modelo SWAN para resolver cada uno de estos términos.

✓ **Disipación por viento (S_{in}):**

$$S_{in}(\sigma, \theta) = A + BE(\sigma, \theta)$$

Donde A describe el crecimiento lineal de la onda por el viento y BE describe el crecimiento exponencial de la onda por el viento.

	<p style="text-align: center;">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p style="text-align: center;">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p style="text-align: right;">Página 285 de 534</p>	
	<p style="text-align: center;">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p style="text-align: right;">B</p>

✓ **Disipación por whitecapping ($S_{ds,w}$):**

Las formulaciones del Whitecapping se basan en el modelo del “pulso”²³¹, adaptado por el grupo²³²:

$$S_{ds,w}(\sigma, \theta) = -\Gamma \tilde{\sigma} \frac{k}{\tilde{k}} E(\sigma, \theta)$$

Donde Γ es un coeficiente que depende del peralte de la ola, k es el número de onda, \tilde{k} y $\tilde{\sigma}$ son el número de onda promedio y la frecuencia relativa promedio respectivamente.

✓ **Disipación fricción por fondo:**

La disipación por la fricción por fondo se puede describir por la siguiente expresión²³³:

$$S_{ds,b} = -C_b \frac{\sigma^2}{g^2 \sinh^2 kd} E(\sigma, \theta)$$

Donde C_b , es el coeficiente de fricción por fondo.

✓ **Disipación rotura por fondo:**


El modelo se basa en las formulaciones propuestas por (BATTJES Y JANSSEN, 1978)²³⁴, los cuales asumen un modelo de propagación por bore. Esta disipación se describe mediante la siguiente expresión:

²³¹ Hasselmann, K. (1974). On the spectral dissipation of ocean waves due to white capping. *Boundary-Layer Meteorology*, 6(1-2), 107-127.

²³² WAMDI group (1988). The WAM model-a third generation ocean wave prediction model. *Journal of Physical Oceanography*, 18(12), 1775-1810.

²³³ Bertotti, L. and Cavaleri, L., 1994, "Accuracy of wind and wave evaluation in coastal regions", Proc. 24th Int. Conf. Coastal Engineering, ASCE, 57-67.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 286 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

$$S_{ds,br}(\sigma, \theta) = \frac{D_{tot}}{E_{tot}} E(\sigma, \theta) \quad D_{tot} < 0$$

Donde D_{tot} es la tasa de disipación de energía total por rotura y E_{tot} es la energía total de la onda.

✓ **Disipación asociada a las interacciones triples y cuádruples de onda-onda:**



El modelo para poder resolver la transferencia de energía entre onda y onda cuando el oleaje se va propagando, se basa en estas formulaciones para poder describir este proceso de transferencia de energía entre onda y onda (fenómeno de resonancia entre ondas). Entonces para resolver este proceso en aguas profundas o intermedias, se basa en la interacción cuádruple de onda – onda y para aguas someras la interacción triple de onda-onda.

El modelo SWAN es capaz de resolver correctamente los siguientes procesos físicos relacionados con la generación y transformación del oleaje:

- **Disipación y generación de ondas:**
 - Whitecapping
 - Rotura por fondo
 - Disipación por fricción de fondo
 - Interacción ola-ola en aguas profundas y aguas someras
 - Generación por viento

- **Propagación:**

²³⁴ BATTJES, J.A. and Janssen, J.P.F.M., 1978, "Energy loss and set-up due to breaking of random waves", Proc. 16th Int. Conf. Coastal Engineering, ASCE, 569-587

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 287 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Propagación a través de un espacio geográfico
- Refracción debido a las variaciones espaciales por el fondo y las corrientes
- Difracción (Refracción – Difracción)
- Asomeramiento debido a las variaciones espaciales por el fondo y las corrientes
- Bloqueo y reflexión por oposición de las corrientes
- Reflexión por transmisión y bloqueo sobre los obstáculos

❖ Estados de mar propagados – régimen medio del oleaje de fondo

Con el fin de obtener los casos a propagar, del oleaje de fondo mediante el modelo SWAN, se construyó la tabla de casos de propagación, en la cual se tienen en cuenta las variables de H_s , T_p , θ . Para el régimen medio se escogieron las direcciones de oleaje predominantes NNE, N y NNW, ya que estos son los más representativos (el 80% de los oleajes provienen de estas dos direcciones), como ya quedo demostrado en el apartado anterior. Para estas direcciones se propago una altura de ola significativa que solo es excedida 12 horas al año (probabilidad de 0.0017% de ser excedida), esto con el fin de conocer la influencia del botadero sobre la dinámica litoral, para las condiciones más desfavorables del oleaje. Con respecto al periodo se realizó una correlación H_s vs. T_p con la boya de Barranquilla (boya más cercana) (ver Figura No. 5.120) y se determinó los periodo característicos para cada una de las alturas de ola. A continuación se muestra la rosa de oleajes, la tabla de probabilidades de ocurrencia direccionales, la correlación H_s vs. T_p y la tabla con los casos a propagar.

TABLA ESTADISTICOS BASICOS

Variable medida: Hs

direcciones(°)	prob.direccion	Hs _{12(99.86%)}
ESC	-----	3.1732
N	0.0208	3.3916
NNE	0.7697	3.2272
NE	0.1091	1.1131
ENE	0.0000	0.6700
E	0.0000	0.7000
ESE	0.0000	0.4500
SE	0.0001	1.1700
SSE	0.0008	1.1200
S	0.0084	1.3300
SSW	0.0176	1.3191
SW	0.0147	1.2616
WSW	0.0052	1.1900
W	0.0012	1.2500
WNW	0.0031	1.2900
NW	0.0109	2.8964
NNW	0.0275	2.9890

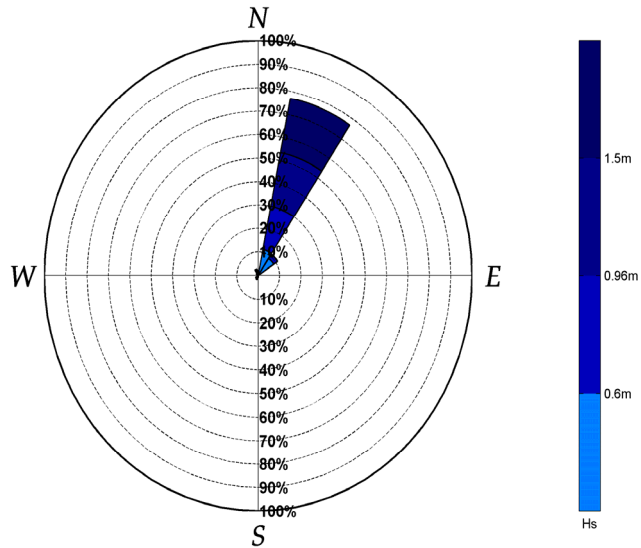
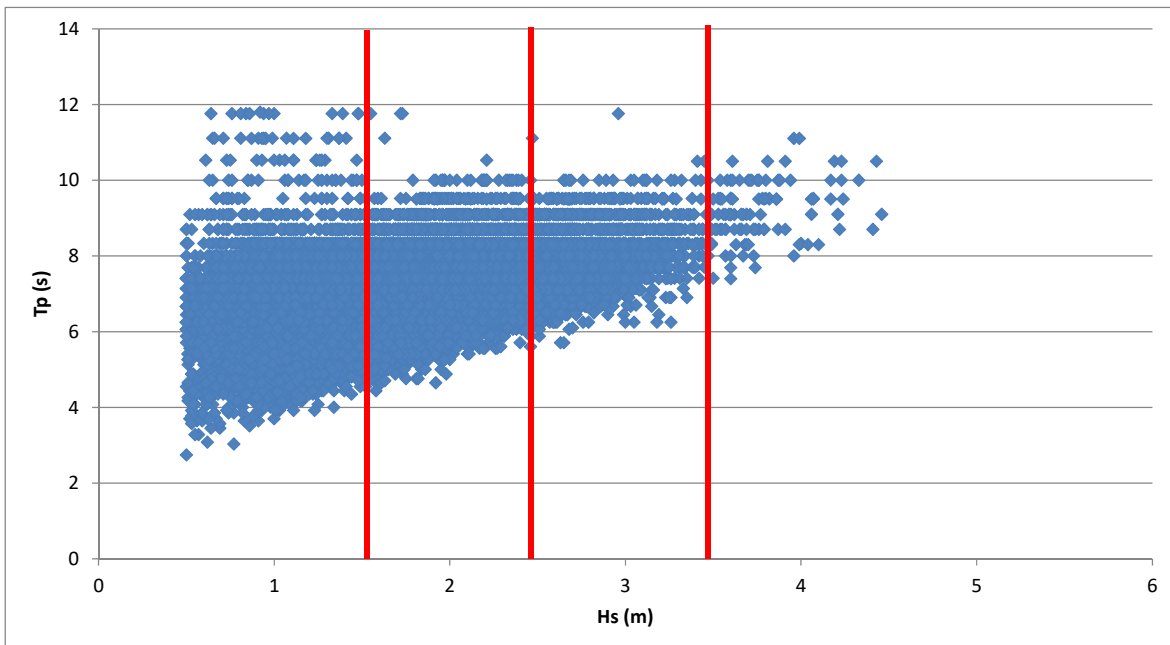


Figura No. 5.138

Rosa de oleaje medio y tabla de probabilidades de ocurrencia direccional.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 289 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.139 Correlación Hs vs. Tp para la boya de Barranquilla.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Tabla No. 5.50 Casos seleccionados para la construcción el régimen medio a pie de obra.

# Caso	Dirección	Oleaje	Hs(m)	Tp(s)	Situación	Situación
1	N	Hs(12)	3.40	9	Sin Obras	Con Obras
1a	N	Hs(12)	3.40	9	Sin Obras	Con Obras
2	NNE	Hs(12)	3.25	9	Sin Obras	Con Obras
2a	NNE	Hs(12)	3.25	9	Sin Obras	Con Obras
3	NNW	Hs(12)	3.00	9	Sin Obras	Con Obras
3a	NNW	Hs(12)	3.00	9	Sin Obras	Con Obras

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

❖ Estados de mar propagados – régimen medio del oleaje local

Con el fin de obtener los casos a propagar, del oleaje local (oleaje producido por el viento al interior del golfo) mediante el modelo SWAN, se construyó la tabla de casos de propagación, en la cual se tienen en cuenta las variables de magnitud y dirección del viento. Para el régimen medio de oleaje local se escogieron las direcciones de viento más representativas para el sector de estudio, las cuales son N, NNW, NW, SW, S. Para estas direcciones se propagó una magnitud de viento de 11 m/s, esto con el fin de conocer la influencia del botadero sobre la dinámica litoral, para las condiciones más desfavorables del oleaje local. A continuación se muestra la rosa de oleajes, la tabla de probabilidades de ocurrencia direccionales, la correlación Hs vs. Tp y la tabla con los casos a propagar.

A continuación se muestra la tabla de casos propagados para el oleaje local, tanto para la condición actual (sin botadero) y la condición futura (con botadero).

Tabla No. 5.51 Casos seleccionados para la construcción el régimen medio a pie de obra.

# Caso	Dirección	Magnitud (m/s)	Situación
4	N	11.0	Inicial
4a	N	11.0	Final
5	NNW	11.0	Inicial
5a	NNW	11.0	Final

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 290 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

# Caso	Dirección	Magnitud (m/s)	Situación
6	NW	11.0	Inicial
6a	NW	11.0	Final
7	SW	11.0	Inicial
7a	SW	11.0	Final
8	S	11.0	Inicial
8a	S	11.0	Final

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

❖ Datos batimétricos

Para este estudio se realizaron dos batimetrías: 1) la primer batimetría, tiene en cuenta las condiciones iniciales de la zona de estudio; para esto se utilizó el Atlas Cartográfico de los Océanos y Costas suministrado por la Dirección General Marítima (DIMAR, 1997) y elaboradas por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH (VerFigura No. 5.140), la batimetría de detalle de la zona propuesta para el botadero realizado por Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, en el mes de julio de 2015 (verFigura No. 5.141). Las cartas náuticas que contienen la zona de estudio son 412 y 625). La segunda batimetría, contiene la condición final que se espera al terminar el vertido del material en el sector de botadero propuesto.

El procesamiento de las batimetrías se realizó con ayuda Sistema de Modelado Costero de Colombia (SMC-COL) y el software Matlab. De la interpolación de las cartas náuticas y las batimetrías de detalle, se obtuvo una batimetría para la zona de estudio, con sistema de proyección de Mercator (WGS 84) (Figura No. 5.142).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 291 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

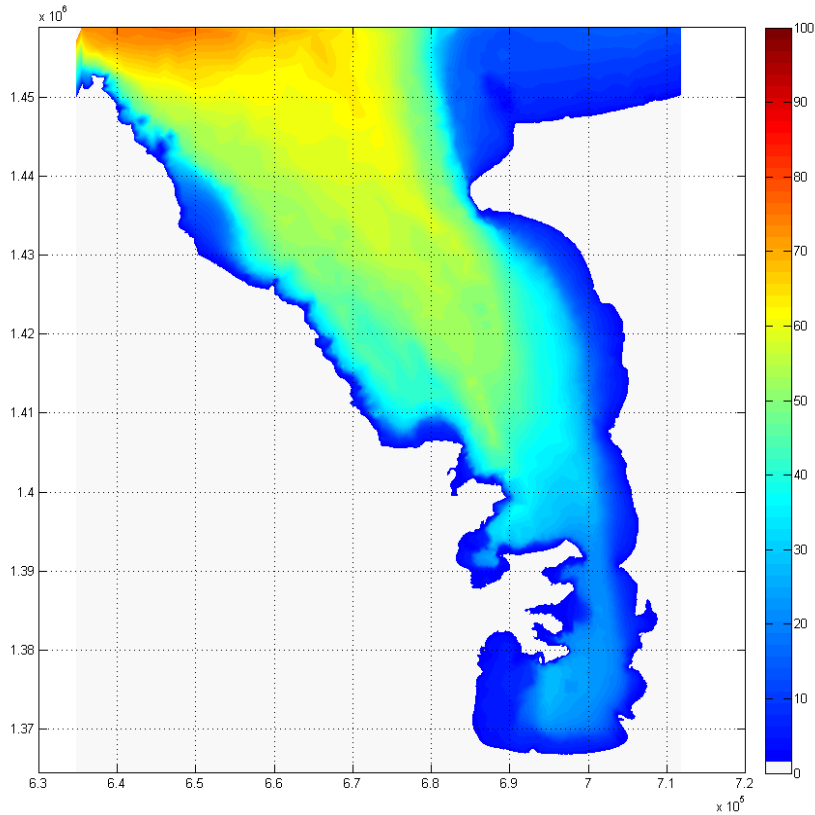




Figura No. 5.140 Batimetría base, obtenida de las cartas náuticas 412 y 625
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 <p>aqua & terra</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 292 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>

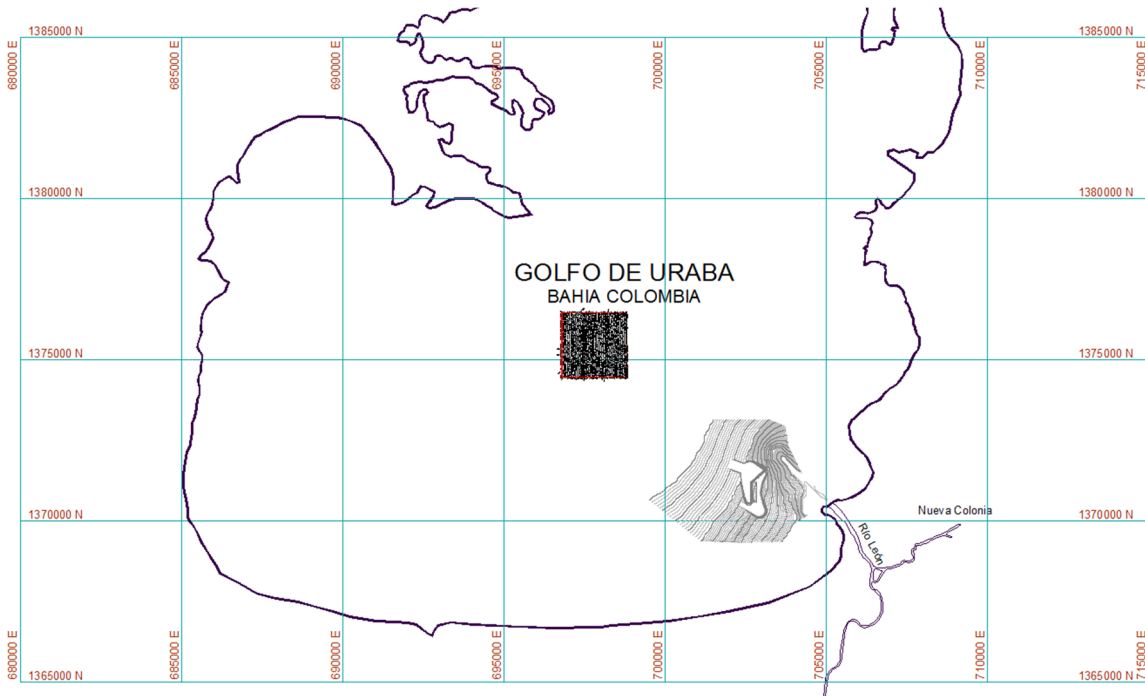


Figura No. 5.141 Batimetría de detalle de la zona propuesta para realizar el vertido de material de las obras de dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá y batimetría de detalle de la zona del puerto.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

❖ Mallas de propagación

Para la modelación se prepararon 2 tipos de mallas que permitiesen definir las condiciones generales de la zona de estudio y conocer la dinámica del oleaje en la zona de interés. Se utilizó la batimetría base (ver Figura No. 5.140) para alimentar la malla general y la malla de detalle de la condición sin obras; la batimetría base y la batimetría después de realizado el vertido de material proveniente de las obras de dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, se utilizó para recrear la condición final de la zona propuesta como Botadero. En la Tabla No. 5.52 y la Figura No. 5.141 se pueden ver las Mallas utilizadas para el modelo SWAN. La malla general de propagación tiene como fin, establecer las condiciones de oleaje en los contornos de la malla de detalle, por lo cual, no necesita de un paso de malla muy fino. La malla de detalle por el contrario necesita un paso de malla fino,

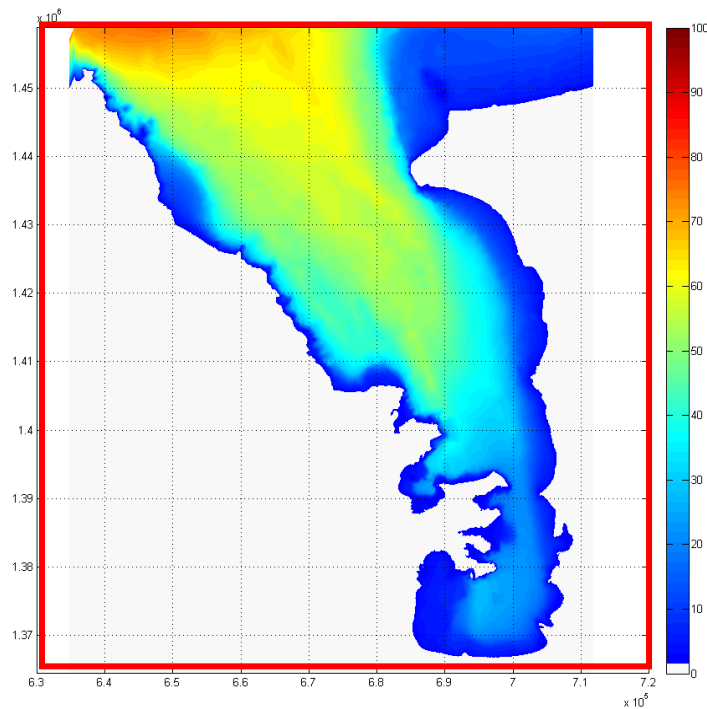
	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 293 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

tal que, se pueda caracterizar la zona y la energía incidente procedente del oleaje en todo el dominio de interés.

Tabla No. 5.52 Casos seleccionados para la construcción el régimen medio a pie de obra.

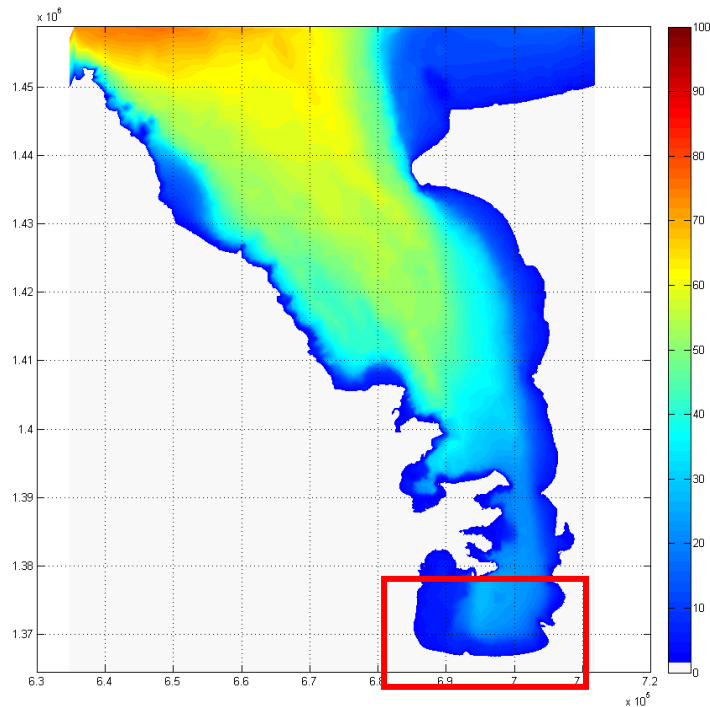
Nombre	Origen X, Origen Y	Angulo	Tamaño celdas (m)	[Nodos]
General	634810,1364570	0	130x160	600x 600
Detalle	683890,1365508	0	50x50	506x 312

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015



a)

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 <p>aqua & terra</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 294 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>



b)

Figura No. 5.142 a) Malla General y b) Detalle utilizadas para llegar a la zona de estudio con modelo SWAN.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

❖ Resultados de la propagación del oleaje

Luego de propagar cada uno de los casos antes mencionados, se procedió a realizar el análisis de la dinámica del oleaje en la zona de estudio, para cada una de las condiciones analizadas, con el fin de establecer la influencia que tendría el botadero propuesto por Puerto Bahía Colombia De Urabá sobre la dinámica litoral. En el anexo 1 se presentan todos los casos propagados, con sus correspondientes gráficos para la malla de detalle. A continuación se presentan los principales resultados encontrados para los casos más críticos, y periodos de pico de 9 s, a partir de una dirección de propagación del NNE, N y NNW, las cuales son las direcciones que presentan la mayor probabilidad de ocurrencia para la zona.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 295 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ **Condición Inicial – Sin vertido de material y sin las obras de dragado– Oleaje de Fondo.**

En la Figura No. 5.143 se muestra el resultado de la propagación del oleaje para la condición Inicial, es decir, sin vertido de material proveniente del dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá y sin las obras del dragado, el cual tiene una altura de ola significativa de 3.25 m en profundidades indefinidas, periodo de pico de 9.0 s, nivel de marea de 0.20 m y dirección de propagación NNE, la cual es la dirección predominante del oleaje. Los resultados se muestran para la malla general.

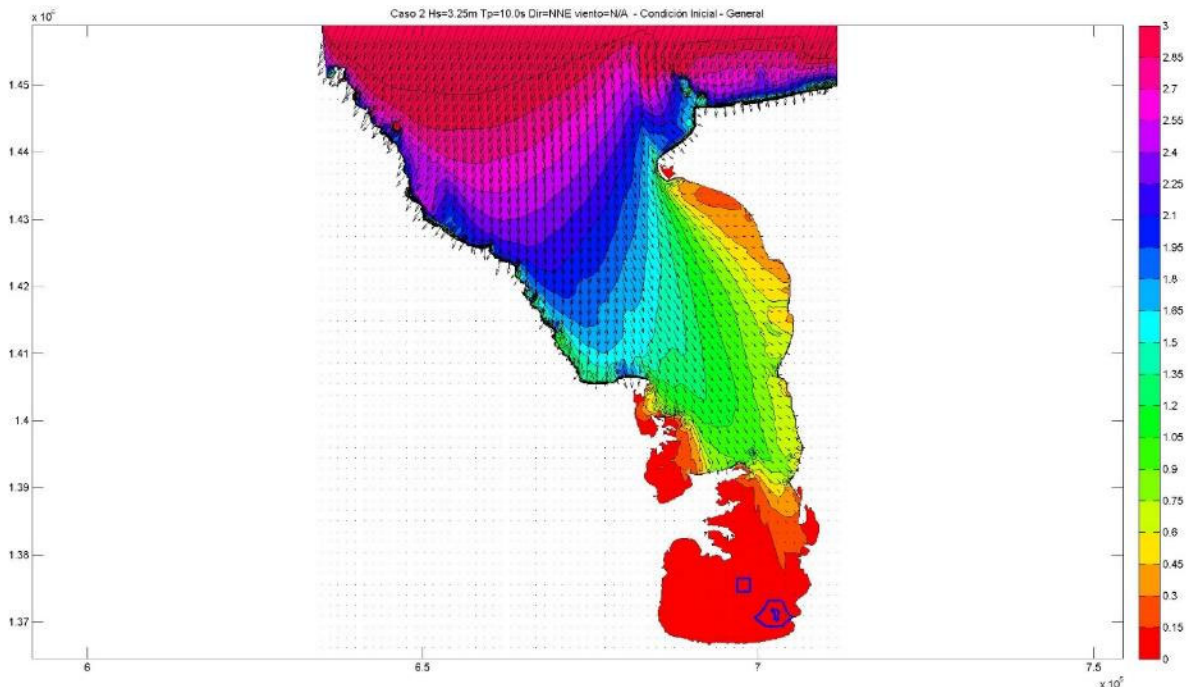


Figura No. 5.143 Caso #2 Hs=3.25 m Tp=9.0s Dir=NNE – Condición Inicial, sin vertido de material, malla general.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De la figura anterior se puede observar que la dirección del oleaje se ha modificado, debido a los procesos de refracción y difracción que ha sufrido el oleaje en su transición, desde profundidades indefinidas a aguas más someras al interior del golfo de Urabá. En esta transición se puede observar que la energía del oleaje se ve reducida casi en un 70% debido al efecto del fondo oceánico y a la condición semicerrada del Golfo de Urabá. Al ver los resultados al sur del golfo,

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 296 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

se puede apreciar que la formación deltaica del río Atrato impone un control sobre la energía del oleaje, disipando el resto de la energía con la que viene el oleaje desde aguas profundas.

De la figura anterior se puede apreciar que el delta del río Atrato impide que la energía del oleaje proveniente de aguas profundas ingrese al interior de Bahía Colombia y por ende se pueden observar alturas significantes de ola con una magnitud muy baja.

En la Figura No. 5.144 y Mapa MOD_LA_PTO_ANT_21 se muestra el resultado de la propagación del oleaje para la condición Inicial, es decir, sin vertido de material proveniente del dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, el cual tiene una altura de ola significativa de 3.25 m en profundidades indefinidas, periodo de pico de 9.0 s, nivel de marea de 0.20 m y dirección de propagación NNE, la cual es la dirección predominante del oleaje. Los resultados se muestran para la malla de detalle.

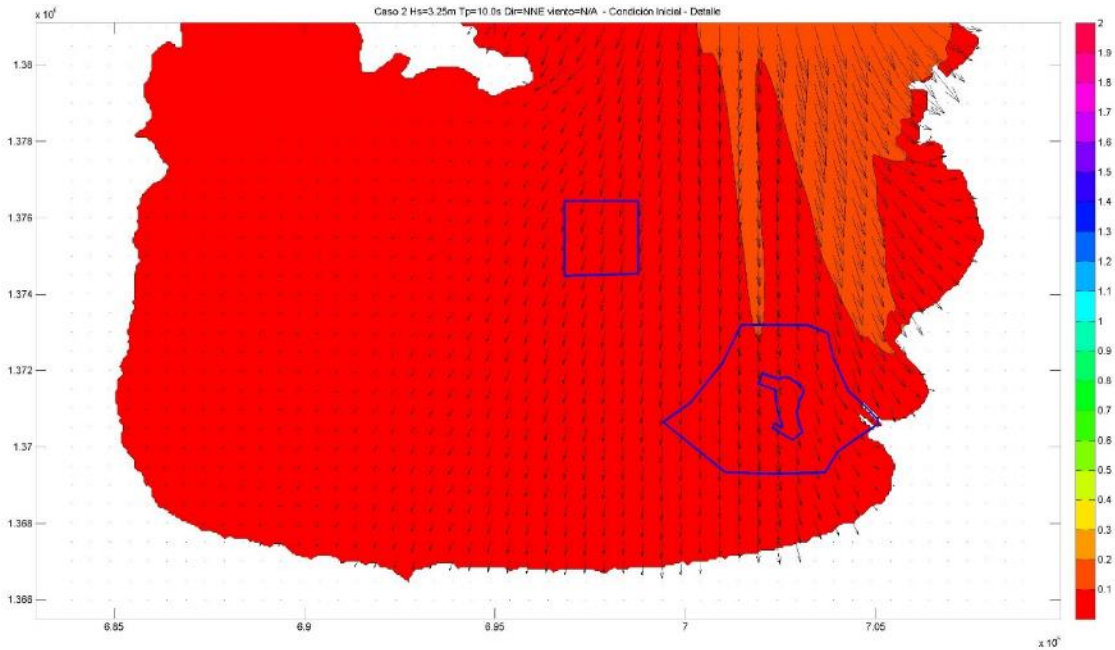


Figura No. 5.144 Caso #2 Hs=3.25m Tp=9.0s Dir=NNE – Condición Inicial, sin vertido de material, malla detalle. Oleaje de Fondo.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 <p>aqua & terra</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 297 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>

De esta figura se puede ver el efecto que tiene el delta del río Atrato sobre la energía del oleaje. Para este caso, el oleaje en aguas profundas tenía una altura de ola de 3.25 m y al pasar la formación deltaica esta es inferior a 0.25 m, lo que representa una disminución del 97% de la energía con la que contaba antes de entrar al gofo de Urabá.

En la zona del botadero y la zona de las obras de dragado se puede apreciar una altura de ola que varían entre 0.05 y 0.10 m, con una dirección que es del orden de los N10°E. Estas condiciones del oleaje comprueban la teoría que en golfos y bahías el oleaje local puede ser más importante que el oleaje de fondo.

Los demás casos propagados para el oleaje de fondo se pueden ver en el ANEXO A.

Debido al control que ejerce el delta del río Atrato sobre las condiciones oceanográficas de bahía Colombia, adicionalmente, se realizó un análisis del oleaje producido al interior del golfo de Urabá, para lo cual ya se había realizado el estudio de los vientos que se daban en el sector

❖ **Condición Inicial – Sin vertido de material – Oleaje Local.**

En la Figura No. 5.145 se muestra el resultado de la propagación del oleaje para la condición Inicial, es decir, sin vertido de material proveniente del dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá y sin el dragado de la darsena, el cual tiene magnitud de viento de 11.0 m/s, nivel de marea de 0.20 m y dirección de propagación N, la cual es la dirección predominante del viento. Los resultados se muestran para la malla general.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 298 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

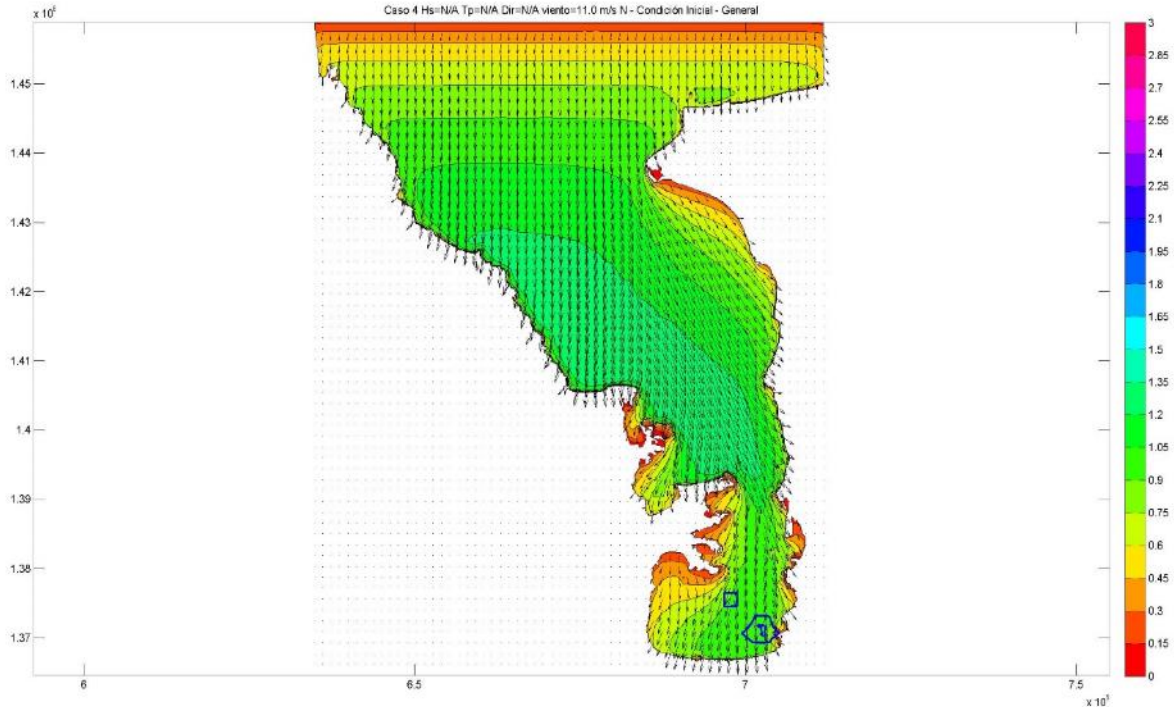


Figura No. 5.145 Caso #7 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Inicial, sin obras, malla General. Oleaje Local.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

En la figura anterior se puede observar el comportamiento del oleaje local (o producido por las condiciones de viento), al interior del golfo de Urabá y Bahía Colombia. Para este caso se propagó la condición de viento más frecuente para la zona de estudio, los cuales son del norte.

La figura muestra como en el norte del golfo el oleaje se empieza a desarrollar y como alcanzan su mayor magnitud en la margen oeste antes del delta del rio Atrato. Parte de la energía de los oleajes que se generan al norte del golfo entran hacia la Bahía Colombia y se juntan con los generados en esta para seguir su camino hacia el sector donde se encuentran las obras de Puerto Bahía Colombia De Urabá En la zona del Botadero se puede apreciar una magnitud de oleaje cercana a 1.0 m de altura y una dirección NNE, mientras que para la zona del puerto la altura de ola es de 1.1m proveniente del norte.

En la Figura No. 5.146 y mapa MOD_LA_PTO_ANT_22 se muestra el resultado de la propagación del oleaje para la condición Inicial, es decir, sin vertido de

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>			
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>		<p>Página 299 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>		<p>Revisión:</p>	<p>B</p>

material proveniente del dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, el cual tiene magnitud de viento de 11.0 m/s, nivel de marea de 0.20 m y dirección de propagación N, la cual es la dirección predominante del viento. Los resultados se muestran para la malla de detalle.

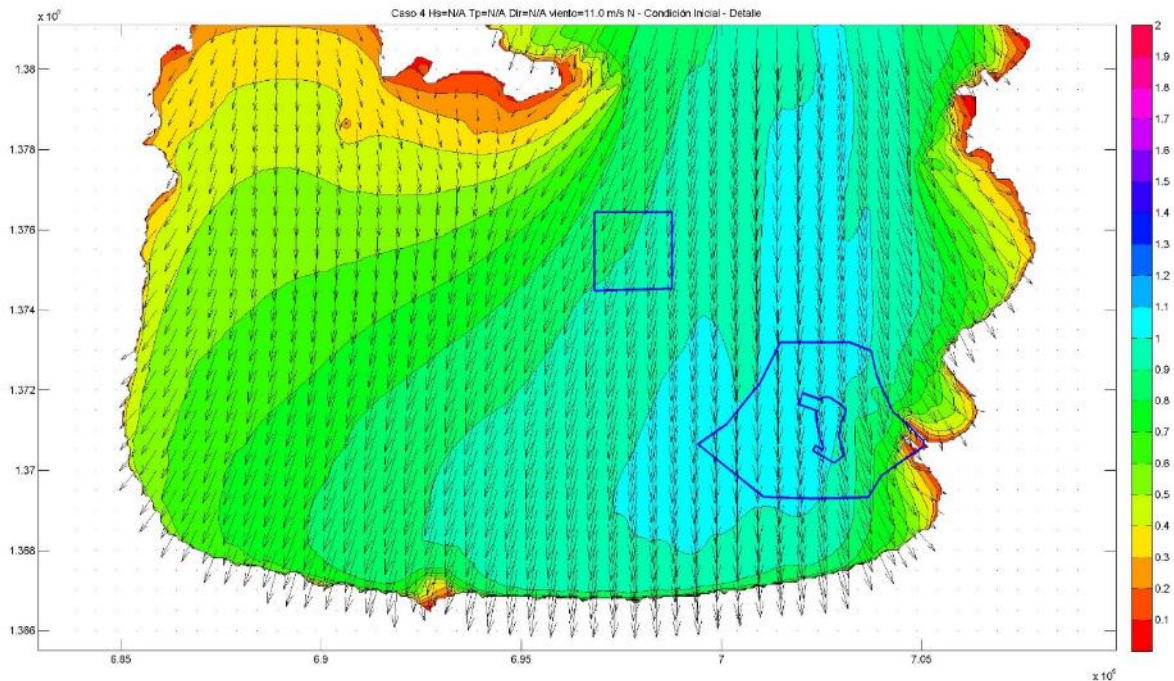


Figura No. 5.146 Caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Inicial, sin obras, malla detalle. Oleaje Local.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De la figura anterior se puede ver como el oleaje, que se genera por la condición más predominante del viento al interior del golfo, se va desarrollando de Norte a sur, alcanzando valores de altura superiores hacia el lado sur, por tener mayor FETCH. En el sitio donde se propone el vertido del material proveniente del dragado de material de Puerto Bahía Colombia De Urabá varía entre 0.90 y 1.00 m, con una dirección NNE, mientras que en el sector de las obras de Puerto Bahía Colombia De Urabá se puede ver que la magnitud varía entre 1.00 y 1.10 m, con una dirección norte.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 300 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

❖ **Condición Final – Con obras – Oleaje de Fondo.**

En la Figura No. 5.147 se muestra el resultado de la propagación del oleaje para la condición Final, es decir, con vertido de material proveniente del dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, el cual tiene una altura de ola significativa de 3.25 m en profundidades indefinidas, periodo de pico de 9.0 s, nivel de marea de 0.20 m y dirección de propagación NNE, la cual es la dirección predominante del oleaje. Los resultados se muestran para la malla general.

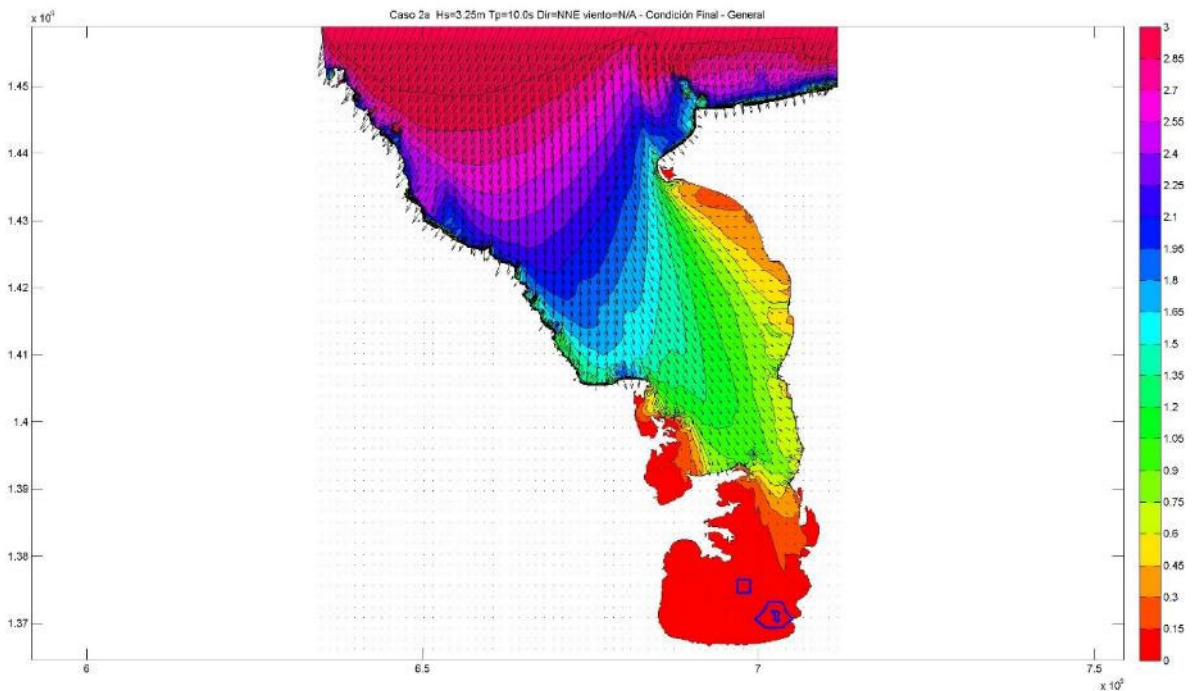


Figura No. 5.147 Caso #2a Hs=3.25m Tp=9.0s Dir=NNE – Condición Final, Con Obras, malla general.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De la figura anterior muestra un comportamiento similar al propagado para la condición en la que no se tenía vertido del material proveniente de las obras de dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, ni el dragado de la dársena. Se ve un oleaje modificado, tanto en magnitud y dirección, por los fenómenos de refracción y difracción que el fondo oceánico genera sobre este.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 301 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Se observa el efecto de la formación deltaica del río Atrato, la cual disipa la mayor parte de la energía con la que alcanza a llegar el oleaje hasta este sector. Se aprecia como en la bahía Colombia, el oleaje proveniente de aguas profundas no tienen incidencia.

En la Figura No. 5.148 y mapa MOD_LA_PTO_ANT_23 se muestra el resultado de la propagación del oleaje para la condición Final, es decir, con vertido de material proveniente del dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, el cual tiene una altura de ola significativa de 3.40 m en profundidades indefinidas, periodo de pico de 9.0 s, nivel de marea de 0.20 m y dirección de propagación NNE, la cual es la dirección predominante del oleaje. Los resultados se muestran para la malla de detalle.

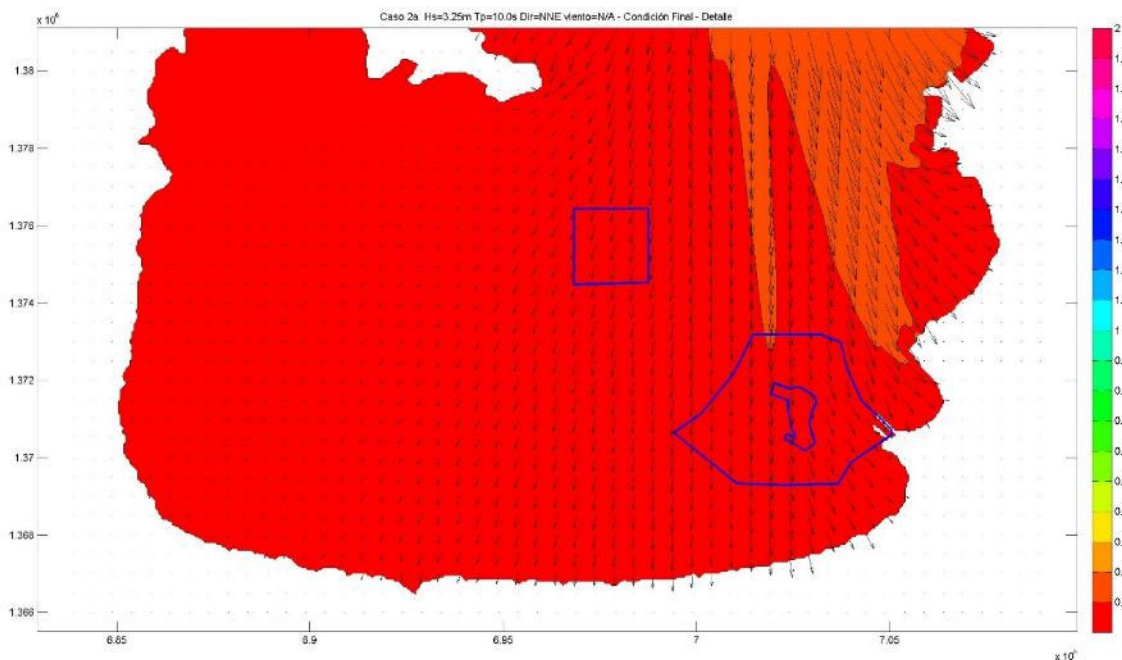


Figura No. 5.148 Caso #2a Hs=3.25m Tp=9.0s Dir=NNE – Condición Final, con Obras, malla detalle. Oleaje de Fondo.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De la figura anterior se puede ver que al interior de bahía Colombia, el oleaje de fondo está completamente disipado y que toda la energía que tenía al ingresar al golfo de Urabá, se ha ido disipando en todo el recorrido que hizo hasta llegar a la zona de interés. En el sector que se propone para el botadero del material que proviene de las obras de dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, se

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 302 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

observa una altura de ola que varía entre 0.05 y 0.10 metros, con una dirección cercana a N10°E, mientras que en la zona del dragado el oleaje es menor a los 0.10 m con una dirección norte.

❖ Condición Final – con vertido de material – Oleaje Local.

En la Figura No. 5.149 se muestra el resultado de la propagación del oleaje para la condición Inicial, es decir, sin vertido de material proveniente del dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, el cual tiene magnitud de viento de 11.0 m/s, nivel de marea de 0.20 m y dirección de propagación N, la cual es la dirección predominante del viento. Los resultados se muestran para la malla general.

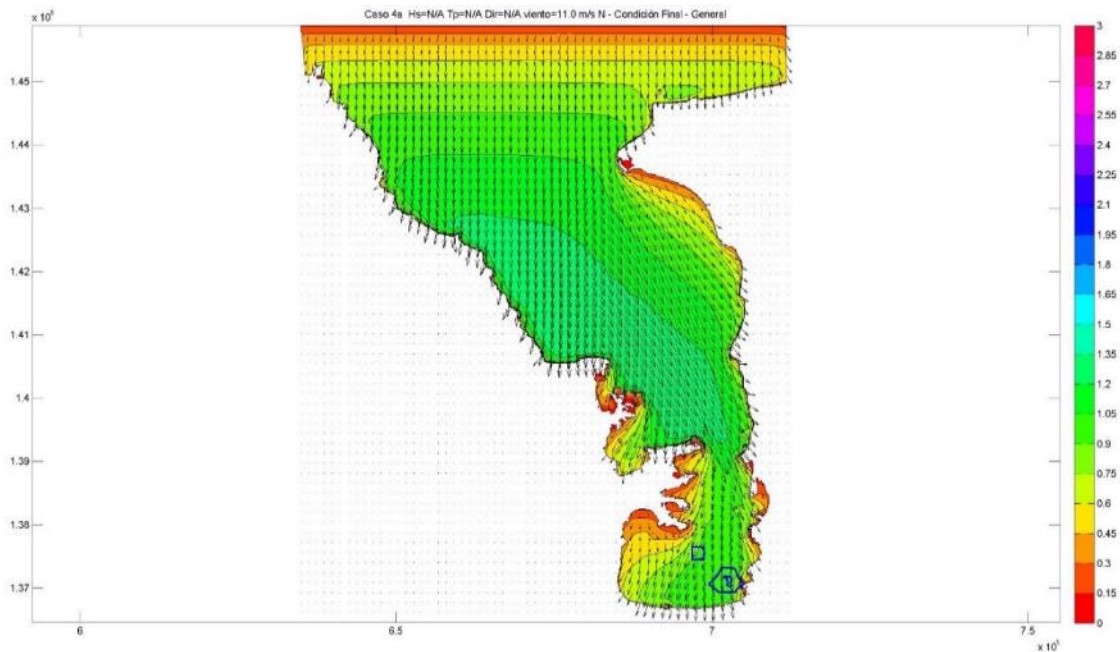



Figura No. 5.149 Caso #4a Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=ENE – Condición Final, con obras, malla General. Oleaje Local.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De esta figura se puede observar que al interior de la bahía Colombia, el oleaje local (o de viento) es mucho más importante que el oleaje que se propaga de agua profundas. Aquí, se puede apreciar un oleaje que se desarrolló por acción del viento al interior del Golfo de Urabá, el cual tiene magnitudes mucho más grandes en el sector donde se plantea el dragado de la dársena de maniobras, por tener un mayor FETCH. En el sector que se propone como botadero podemos ver un oleaje

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 303 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

que tiene una magnitud cercana a los 0.90 m y una dirección N22.5°E y en el sector del dragado se tiene una altura de ola de 1.1 m con una dirección norte. A grande rasgos podemos apreciar un comportamiento similar a las presentadas en las propagaciones de la condición inicial

En la Figura No. 5.150 y y mapa MOD_LA_PTO_ANT_24 se muestra el resultado de la propagación del oleaje para la condición Final, es decir, con vertido de material proveniente del dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, el cual tiene magnitud de viento de 11.0 m/s, nivel de marea de 0.20 m y dirección de propagación N, la cual es la dirección predominante del viento. Los resultados se muestran para la malla de detalle.

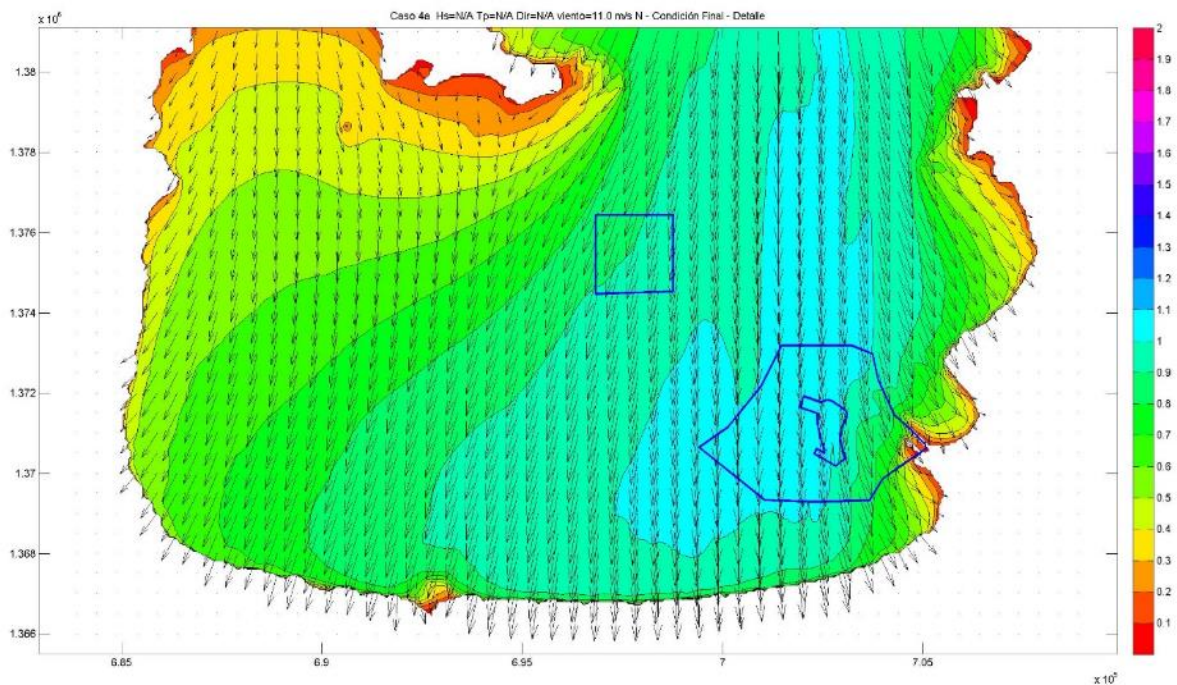


Figura No. 5.150 Caso #4a Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Final, con obras, malla detalle. Oleaje Local.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De la figura anterior se puede ver como el oleaje, que se genera por la condición más predominante del viento al interior del golfo, se va desarrollando de norte a sur, alcanzando valores de altura superiores hacia el sur, por tener mayor FETCH. En el sitio donde se propone el vertido del material proveniente del dragado de

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 304 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

material de Puerto Bahía Colombia De Urabá varía entre 0.80 y 1.00 m, con una dirección NNE, mientras que en la zona de dragado el oleaje tiene una altura de ola de 1.10 m con una dirección norte.

❖ Diferencias entre las distintas condiciones

En la Figura No. 5.151 se muestran las diferencias entre la condición Inicial y la condición Final del caso de oleaje número 2, el cual tienen una $H_s=3.25m$, $T_p=9s$ y dirección NNE. Lo anterior se realiza, con el fin de establecer que impacto tienen el vertido de material proveniente de las obras de dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá sobre la dinámica litoral de la bahía Colombia, tanto para el oleaje de fondo como para el oleaje local.

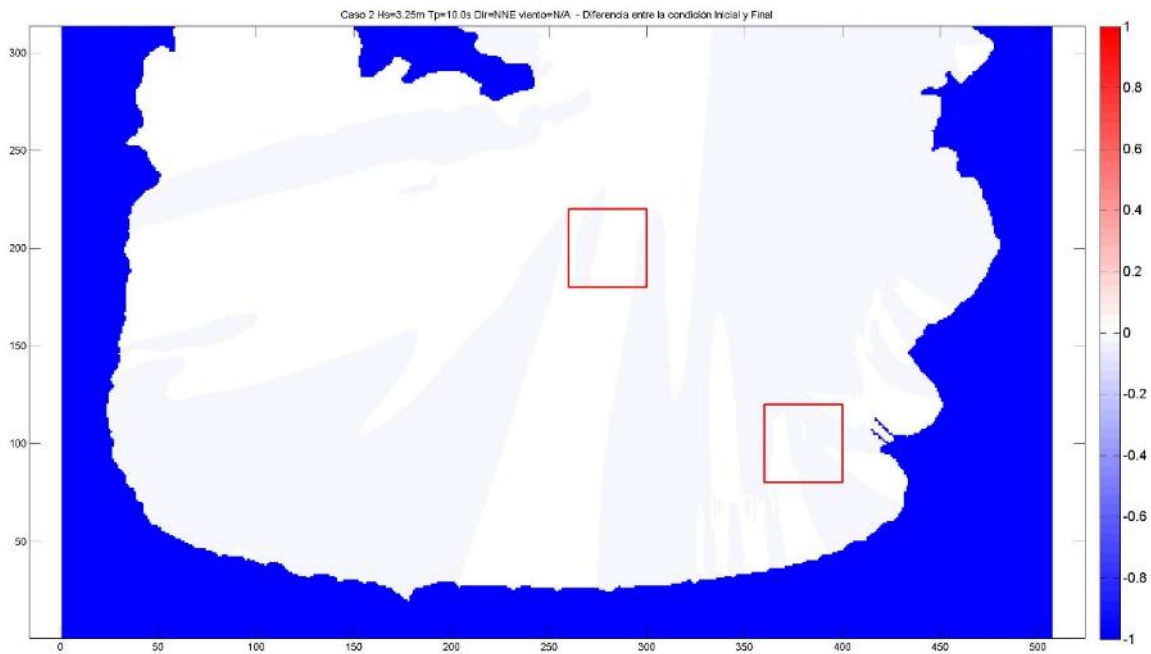


Figura No. 5.151 Diferencias de altura de ola entre la condición inicial y la condición final, para el caso #2 $H_s=3.25m$ $T_p=9.0s$ Dir=NNE.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

De la figura anterior se puede apreciar que en la zona que se propone como botadero para el material proveniente de las obras de dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá, las condiciones de altura de ola para oleaje de fondo, tanto en el botadero como en las zonas aledañas, no se ven afectadas por el vertimiento de este material. Se puede ver como la diferencia entre la condición inicial y la

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 305 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

condición final no supera el centímetro de altura. De igual forma es importante señalar que en la grafica anterior se aprecia un pequeño ruido numérico del orden de milímetros que no es representativo para los análisis que se están realizando, permitiendo concluir con total seguridad que las obras no afectan la dinámica en la zona

En la Figura No. 5.152 se muestran las diferencias entre la condición Inicial y la condición Final del caso de oleaje número 4, el cual tienen una magnitud de viento=11.0 m/s y dirección N. Lo anterior se realiza, con el fin de establecer que impacto tienen el vertido de material proveniente de las obras de dragado de Puerto Bahía Colombia De Urabá sobre la dinámica litoral de la bahía Colombia.

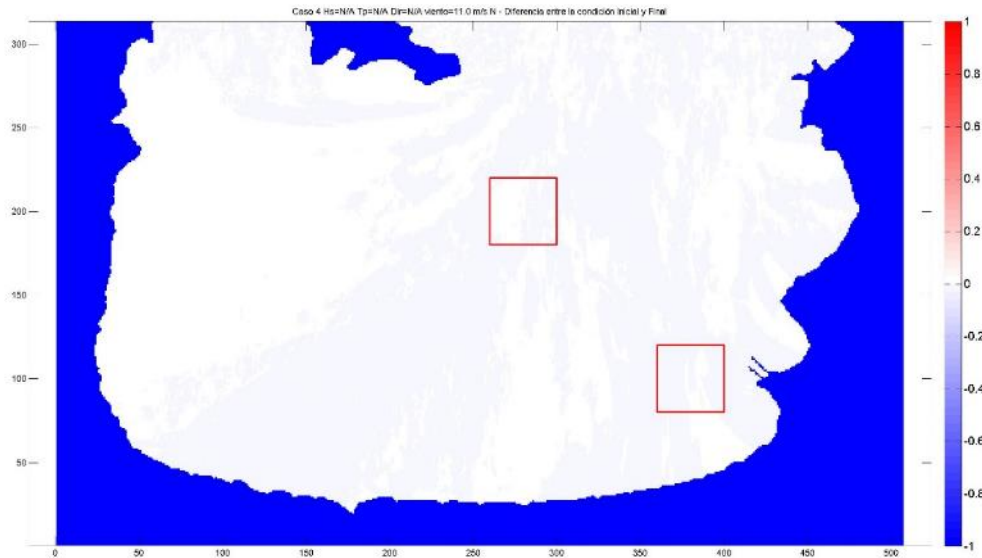


Figura No. 5.152 Diferencias de altura de ola entre la condición inicial y la condición final, para el caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

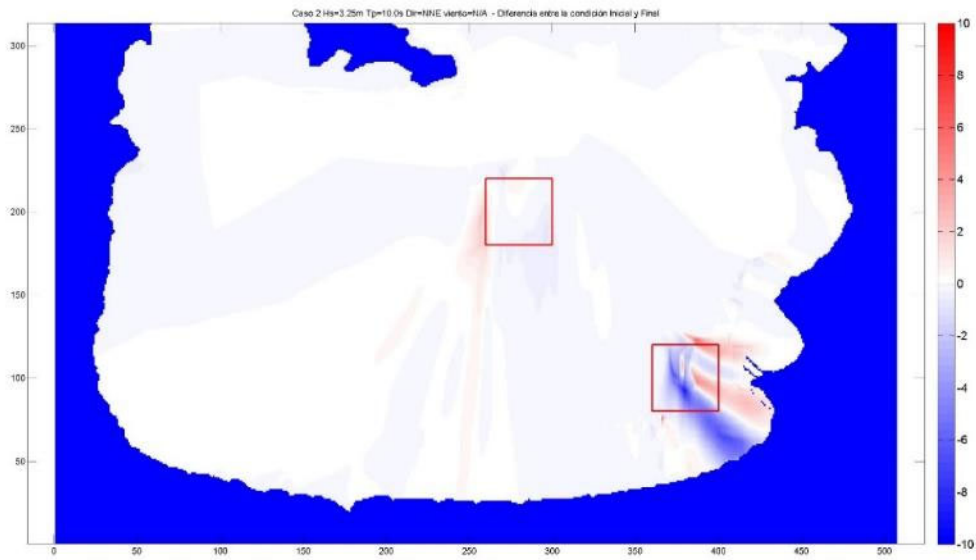
De la figura anterior se puede ver un comportamiento similar al que se mostró para el oleaje de fondo. La diferencia entre la condición inicial y final de la zona de botadero y los sectores aledaños, es prácticamente nula.

Las figuras para las otras condiciones se pueden apreciar en el Anexo A.

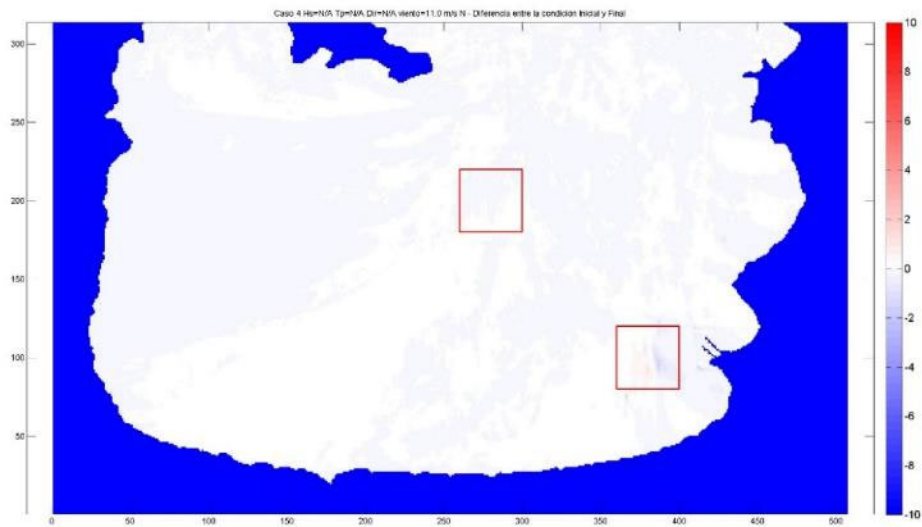
En cuanto a direcciones del oleaje, en la siguiente figura se muestra una comparación entre la condición inicial y la condición final de la bahía Colombia

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 306 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

para el oleaje de fondo y el oleaje local. La escala de colores denota la diferencia direccional en grados.




(a) Oleaje de Fondo



(b) Oleaje Local

Figura No. 5.153 Diferencias de dirección de oleaje entre la condición actual y condición futura.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 307 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

De la Figura anterior podemos observar los cambios que se presentan en cuanto a la dirección del oleaje, por efecto del vertido de material y del dragado de la dársena, en la zona de estudio. Se puede ver que las diferencias entre la condición inicial y la condición final, solo varían entre -1° y 1° , justo después del vertido propuesto. En el sector del puerto se puede observar que el cambio en dirección es un poco más marcada (en torno a 4 a 5 grados), para los oleajes de fondo, debido a que por el periodo del oleaje este siente más el fondo oceánico. Estas pequeñas diferencias se deben a que el vertido propuesto, no produce ni un punto duro que genere difracción del oleaje, ni un cambio significativo a nivel de profundidades con relación a los periodos que se presentan en la zona, por lo que el fondo oceánico no genera procesos de refracción que modifiquen la dirección del oleaje. Es importante considerar que el oleaje en la naturaleza presenta también un grado de dispersión angular que puede ser similar a las magnitudes que aquí se obtienen, por tanto no se puede considerar que estos cambios representen gran influencia sobre la dinámica actual. La mayor diferencia se encuentra en el oleaje de fondo, pero es este el menos representativo de la zona de estudio, además de ser el que presenta mayor dispersión angular de forma natural. De la figura anterior se puede notar que la dirección del oleaje que se presenta en este momento en la zona de estudio se mantendrá aun con el vertido del material de dragado proveniente de las obras de Puerto Bahía Colombia De Urabá.

Como conclusión de este estudio, se puede decir que el vertido propuesto por Aqua&Terra para el vertido de material proveniente de Puerto Bahía Colombia De Urabá, no tiene ninguna influencia sobre la dinámica litoral importante y eso se puede ver en que los patrones de oleaje no han sufrido cambios significativos en la zona de estudio, ni en magnitud ni en dirección.

- **Análisis del impacto en la dinámica litoral por la construcción del muelle o plataforma offshore.**

Con el fin principal de evaluar el impacto que tiene el muelle marítimo en la dinámica litoral se ha desarrollado un modelo, haciendo uso de un software de penetración de oleaje. La herramienta usada para esta modelación es Xbeach, este es un modelo numérico de libre acceso, el cual simula procesos hidrodinámicos y morfodinámica e impactos de playas de arena en dominios de kilómetros y temporales de tormenta.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 308 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Este modelo incluye procesos hidrodinámicos de transformación de oleaje: refracción, rotura, propagación y disipación, run –up e inundación. De igual forma permite incluir el impacto de estructuras y vegetación. Este modelo permite tener una ventaja computacional a partir de dos módulos de modelación (hidrostático y no hidrostático) que le permiten optimizar tiempo computacional.

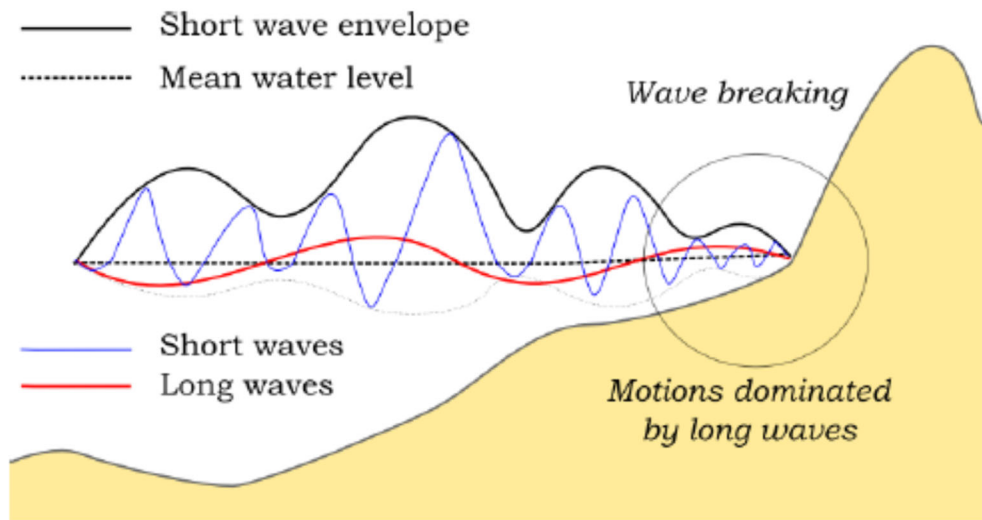


Figure 2.3 Principle sketch of the relevant wave processes

Figura No. 5.154. Principales procesos de modelación del oleaje de Xbeach.
Fuente: Xbeach Manual, 2015.²³⁵

Este modelo es integrado en la columna de agua (Tipo 2DH) y es soportado con la plataforma del software Delft 3D para el montaje del dominio, batimetría y malla.

Para el análisis del impacto de las obras marítimas en la dinámica litoral se ha definido las siguientes condiciones:

- Condición antes de las obras

²³⁵ Deltares, Xbeach Manual, 2015.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 309 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Condición después de las obras que incluye: obras de dragado y la configuración de pilotes del muelle marítimo (fase 1) de acuerdo al dimensionamiento establecido en la descripción de este proyecto.
- Establecer la condición de oleaje que tenga la mayor afectación en la dinámica litoral. Este escenario estará definido por el oleaje con periodos pico superiores a 5 segundos, los cuales tienen la mayor capacidad de transporte y por lo tanto de afectación al litoral.

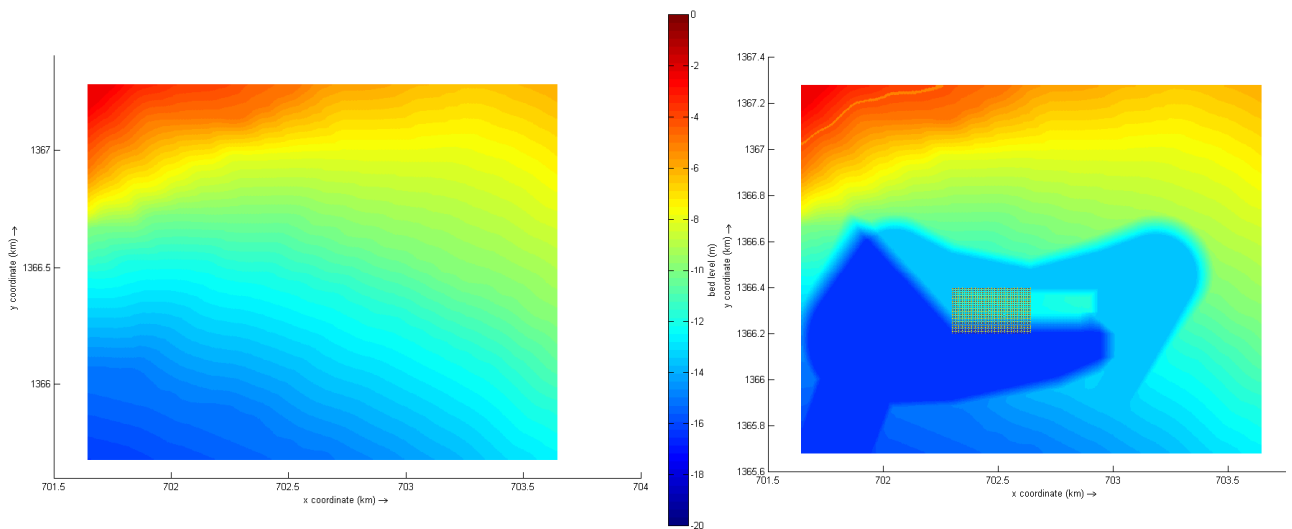


Figura No. 5.155. Batimetrías y dominio antes y después de obras.
Fuente: Aqua & Terra Consultores

A partir de la campaña de campo realizada por la Universidad Nacional en 2010 y determinada la función de densidad de la distribución, se ha establecido un rango de probabilidad de certeza de los datos del 95 % (esto corresponde al promedio más o menos dos veces la desviación estándar). Para obtener la condición más crítica, se definió los valores máximos de la serie corregida, obteniendo así: altura de ola significativa (H_s) de 0.65 m y el periodo pico (T_p) de 5 s.

La propagación del oleaje del escenario definido, se ha establecido para condición antes y después de las obras, de esta manera se podrá comparar los efectos de propagación del oleaje en el área de estudio.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 310 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

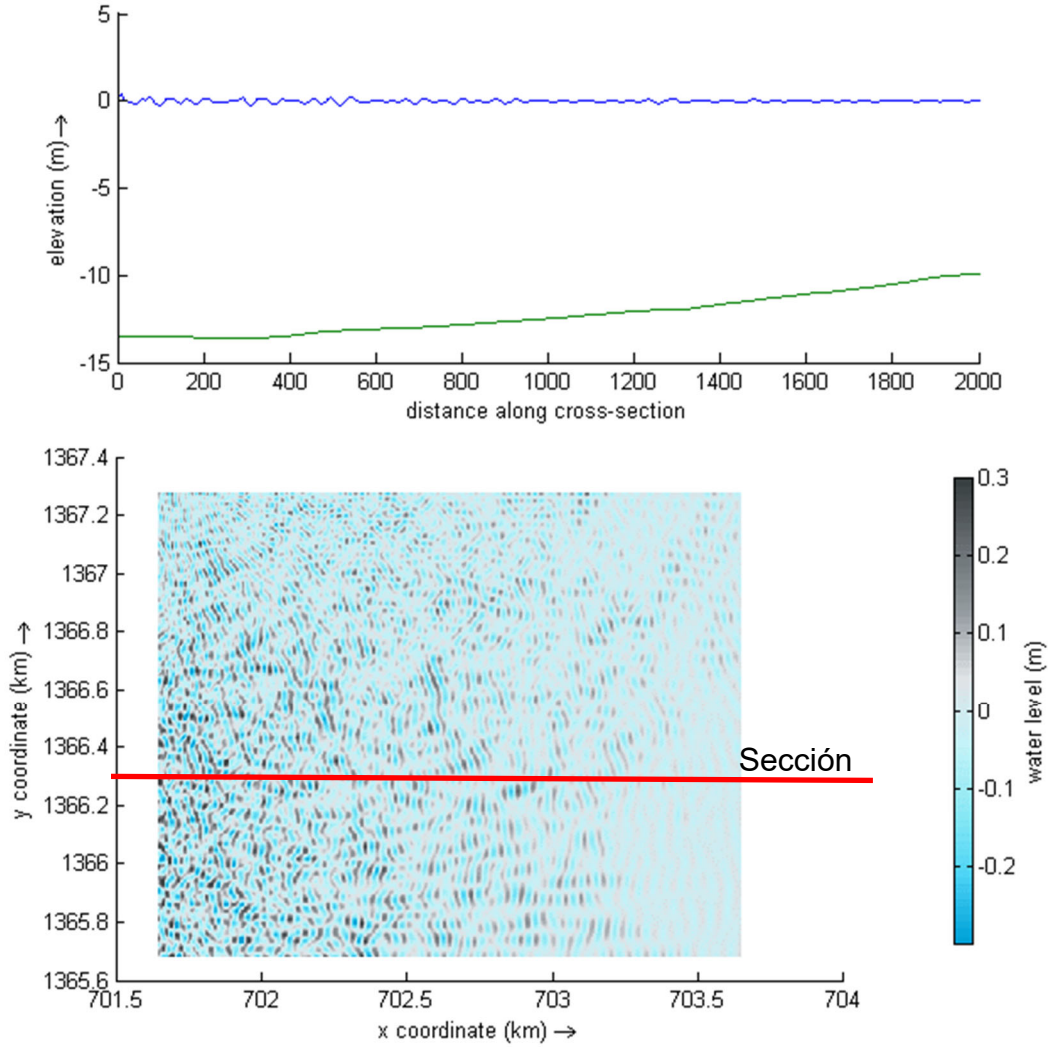


Figura No. 5.156. Propagación del oleaje condición antes de obras.
Fuente: Aqua & Terra Consultores

La Figura No. 5.156 permite distinguir los procesos de refracción y difracción del oleaje por la variación del fondo marino, donde el frente del oleaje se propaga hacia la orilla izquierda por refracción (orilla que corresponde al brazo derecho del río León).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 311 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

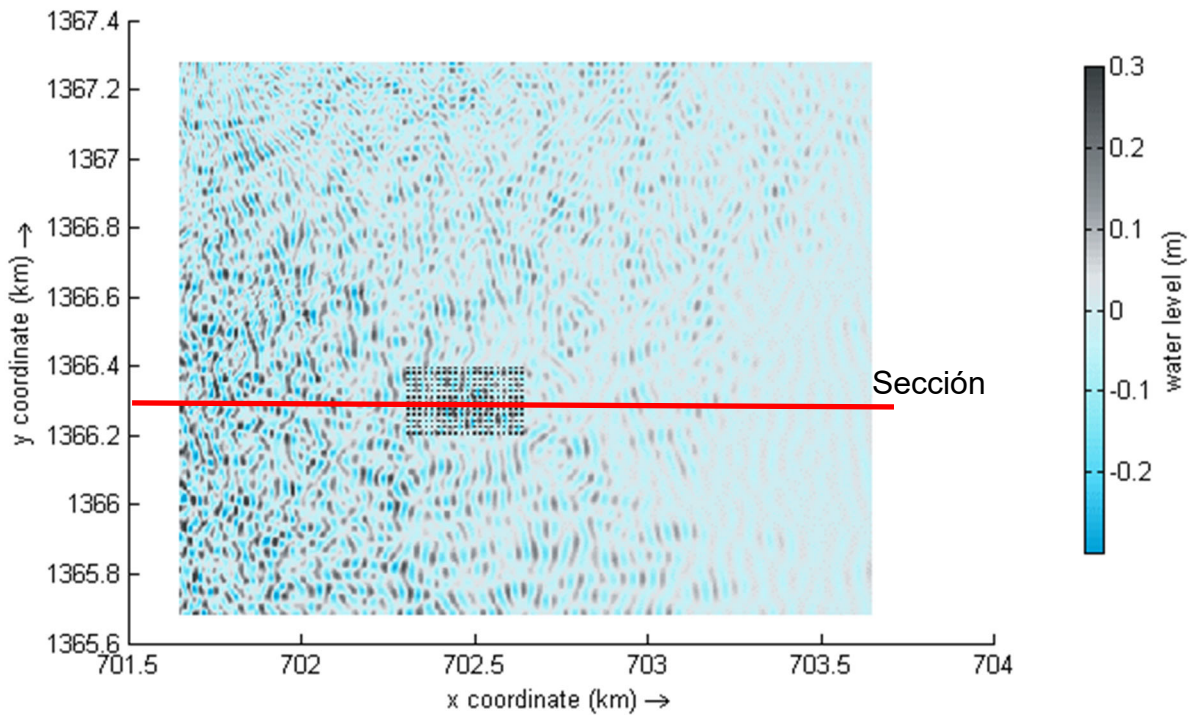
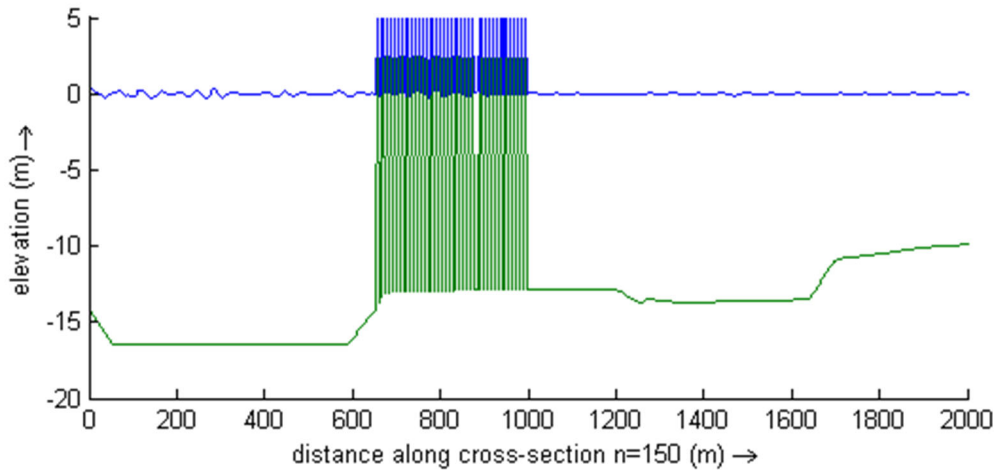


Figura No. 5.157. Propagación del oleaje con pilotes y cambios de fondo por dragado.
Fuente: Aqua & Terra Consultores

La Figura No. 5.157 nos permite evaluar el impacto de la obras en Bahía Colombia, donde se evidencia como los pilotes y los cambio de fondo generan una baja alteración en la hidrodinámica de la zona. Inicialmente, el oleaje al sur del

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 312 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

muelle presenta un proceso marcado de difracción del oleaje. Proceso que tiene una extensión predominante de aproximadamente 300 a 250 m. Sin embargo, continuando, se distingue tanto en perfil como en planta como este efecto se va desvaneciendo y el oleaje se recupera en menos de 500 metros al sur de la bahía. Al igual que en la Figura No. 5.156, se presenta una alta disipación del oleaje en el área sur dominio modelado.

Por lo descrito anteriormente, se concluye que los obras marítimas off shore, no generan un impacto en la dinámica litoral y la afectación al oleaje es local y se ve recuperada en el proceso propagación al sur del muelle.


- Corrientes por rotura

Como es conocido, la rotura del oleaje genera corrientes adicionales que se manifiestan a través del tensor de radiación, las cuales se deben estimar para evaluar los efectos que tendría el proyecto sobre el litoral circundante a este. Para conocer su comportamiento, es necesario utilizar un modelo que determine el tensor de radiación del oleaje a partir de los resultados de altura e incidencia del oleaje obtenido en la propagación, calculando el campo de corrientes y niveles debido a dichos tensores de radiación. Para lograr esto se acoplo el modelo SWAN al módulo de flujo del modelo DELFT 3D. La descripción del modelo DELFT 3D se muestra a continuación.

❖ Descripción del modelo delft 3d

Delft3D es un sistema de modelado integrado de flujo y transporte orientado al medioambiente acuático que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes para aguas someras con la hipótesis de presiones hidrostáticas y la aproximación de Boussinesq. Las formulaciones matemáticas incluidas en el modelo permiten tener en cuenta los siguientes fenómenos físicos.

- Efectos de la rotación de la Tierra (fuerza de Coriolis).
- Efectos baroclínicos.
- Masas de turbulencia inducida y flujos de momentos (modelos de cierre turbulento).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 313 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Transporte de salinidad, temperatura y otras sustancias conservativas.
- Forzamientos de marea en contornos abiertos.
- Variaciones espacial y temporal de la tensión tangencial del viento en la superficie de la masa de agua.
- Variaciones espaciales de la tensión tangencial en el fondo.
- Variaciones espacial y temporal de la presión atmosférica en la superficie.
- Variación temporal de fuentes y sumideros (i.e. descargas en ríos).
- Inundación y secado de bajos mareales.
- Flujos de calor.
- Efecto del oleaje.

Las ecuaciones de gobierno son las siguientes:

Ecuación de continuidad

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial [(d+\zeta)u\sqrt{G_{\eta\eta}}]}{\partial \xi} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial [(d+\zeta)v\sqrt{G_{\xi\xi}}]}{\partial \eta} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} = H(q_{in} - q_{out}) + P + E$$

Donde, u, v y w son las componentes de la velocidad en las direcciones ξ , η y σ , respectivamente, q_{in} , q_{out} son fuente y sumidero de agua por unidad de volumen [1/s], $\sqrt{G_{\eta\eta}}$ y $\sqrt{G_{\xi\xi}}$ son coeficientes de conversión entre coordenadas curvilíneas y ortogonales y P y E son términos fuente de precipitación y evaporación, respectivamente, que pueden actuar en superficie.

Ecuación de conservación de cantidad de movimiento

Las ecuaciones de conservación de la cantidad de movimiento en las direcciones ξ y η son:

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 314 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial u}{\partial \xi} + \frac{v}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial u}{\partial \eta} + \frac{\omega}{d+\zeta} \frac{\partial u}{\partial \sigma} - \frac{v^2}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \sqrt{G_{\eta\eta}}}{\partial \xi} + \frac{uv}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \sqrt{G_{\xi\xi}}}{\partial \eta} - fv = \\
 - \frac{1}{\rho_0 \sqrt{G_{\xi\xi}}} P_{\xi} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial \tau_{\xi\xi}}{\partial \xi} + \frac{1}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \tau_{\xi\eta}}{\partial \eta} + \frac{1}{(d+\zeta)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\nu_v \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) + M_{\xi} \\
 \\
 \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{u}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial v}{\partial \xi} + \frac{v}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial v}{\partial \eta} + \frac{\omega}{d+\zeta} \frac{\partial v}{\partial \sigma} - \frac{uv}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \sqrt{G_{\eta\eta}}}{\partial \xi} + \frac{u^2}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \sqrt{G_{\xi\xi}}}{\partial \eta} + fu = \\
 - \frac{1}{\rho_0 \sqrt{G_{\eta\eta}}} P_{\eta} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial \tau_{\eta\xi}}{\partial \xi} + \frac{1}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \tau_{\eta\eta}}{\partial \eta} + \frac{1}{(d+\zeta)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\nu_v \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) + M_{\eta}
 \end{aligned}$$


Donde P_{ξ} y P_{η} representan los gradientes de presión, $\tau_{\xi\xi}$, $\tau_{\xi\xi}$, $\tau_{\xi\eta}$ y $\tau_{\eta\xi}$ son las tensiones de Reynolds, M_{ξ} y M_{η} representan la contribución debida a fuentes y sumideros de cantidad de movimiento externos (fuerzas externas sobre estructuras hidráulicas, descargas y retiradas de agua, tensiones en el fondo, tensiones en la superficie libre, etc), f es el parámetro de Coriolis que depende de la latitud geográfica y de la velocidad de rotación angular de la Tierra y ν_v representa la viscosidad turbulenta vertical.

Ecuación de transporte (coordenada σ)

El modelado del transporte de materia y calor se lleva a cabo mediante la ecuación de advección-difusión en las tres direcciones espaciales. La ecuación de transporte en forma conservativa y en coordenadas curvilíneas ortogonales en la dirección horizontal y coordenadas σ en la dirección vertical es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial (d+\zeta)c}{\partial t} + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \left\{ \frac{\partial [\sqrt{G_{\eta\eta}}(d+\zeta)uc]}{\partial \xi} + \frac{\partial [\sqrt{G_{\xi\xi}}(d+\zeta)vc]}{\partial \eta} \right\} + \frac{\partial \omega c}{\partial \sigma} = \\
 \frac{d+\zeta}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \left\{ \frac{\partial}{\partial \xi} \left(D_H \frac{\sqrt{G_{\eta\eta}}}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial c}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(D_H \frac{\sqrt{G_{\xi\xi}}}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial c}{\partial \eta} \right) \right\} + \frac{1}{d+\zeta} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(D_V \frac{\partial c}{\partial \sigma} \right) - \lambda_d (d+\zeta)c + S
 \end{aligned}$$

Donde D_H y D_V son los coeficientes de difusión turbulenta horizontal y vertical, respectivamente. λ_d representa el proceso de decaimiento de primer orden y S los

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 315 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

términos de fuente y sumidero por unidad de área debidos a la descarga q_{in} o a la retirada q_{out} de agua, y/o al intercambio de calor a través de la superficie libre.

Ecuación de estado

La ecuación de estado utilizada por el modelo Delft3D es la propuesta por la UNESCO²³⁶. El rango de validez de esta formulación se encuentra determinado en los rangos $0 < t < 40$ °C, $0.5 < s < 43$ ppt:

$$\rho = \rho_0 + A \cdot s + B \cdot s^{3/2} + C \cdot s^2$$

Donde,

$$\rho_0 = 999.842594 + 6.793952 \cdot 10^{-2} t - 9.095290 \cdot 10^{-3} t^2 + 1.001685 \cdot 10^{-4} t^3 - 1.120083 \cdot 10^{-6} t^4 + 6.536332 \cdot 10^{-9} t^5$$

$$A = 8.24493 \cdot 10^{-1} - 4.0899 \cdot 10^{-3} t + 7.6438 \cdot 10^{-5} t^2 - 8.2467 \cdot 10^{-7} t^3 - 5.3875 \cdot 10^{-9} t^4$$

$$B = -5.72466 \cdot 10^{-3} + 1.0227 \cdot 10^{-4} t - 1.6546 \cdot 10^{-6} t^2$$

$$C = 4.8314 \cdot 10^{-4}$$

Donde, ρ es la densidad del agua de mar, t es la temperatura del agua y s la salinidad.

Sistema de coordenadas

En la dirección horizontal el modelo usa coordenadas ortogonales curvilíneas. Son válidos dos sistemas de coordenadas: (a) Coordenadas cartesianas (ξ, η); (b) Coordenadas esféricas (λ, φ).

En vertical pueden utilizarse dos sistemas diferentes: el sistema de coordenadas σ (σ -model) y el sistema de coordenadas Cartesiano Z (Z-model). Las ecuaciones anteriores están expresadas en coordenadas sigma que es el sistema escogido para realizar este estudio.

²³⁶ UNESCO (1981a). Background papers and supporting data on the international equation of state 1980. Tech. Rep. 38, UNESCO. 206, 328.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 316 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

La malla σ , introducida por Phillips²³⁷ para modelos atmosféricos, consiste en capas contenidas por dos planos sigma, que siguen la topografía del fondo y la superficie libre. De esta forma, el número de capas verticales en el dominio de cálculo será constante, independientemente de la profundidad local del agua (ver Figura No. 5.158).

El sistema de coordenadas σ se define como:

$$\sigma = \frac{z - \zeta}{d + \zeta} = \frac{z - \zeta}{H}$$

Dónde:

- z coordenada vertical en el espacio físico
- ζ elevación de la superficie libre sobre el plano de referencia (en $z = 0$)
- d profundidad bajo el plano de referencia
- H profundidad total, dada por: $H = d + \zeta$

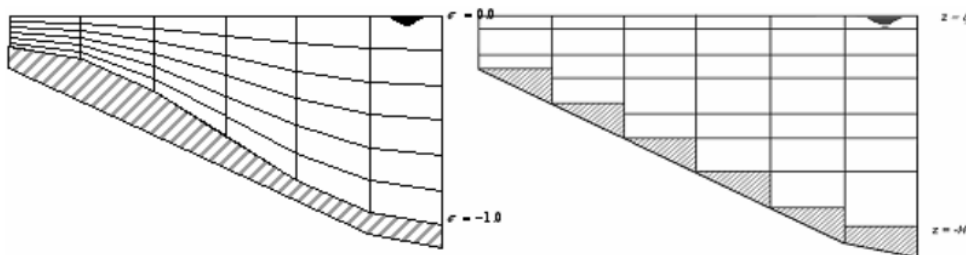



Figura No. 5.158 Ejemplo de malla σ (izquierda) y malla Z (derecha).
Fuente: *Delft3D-FLOW_User_Manual* (<http://oss.deltares.nl/web/delft3d/manuals>).

²³⁷ Phillips, N. A. (1957). A coordinate system having some special advantages for numerical forecasting. *Journal of Meteorology*, 14(2), 184-185.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 317 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Caso de propagación y mallas

Para caracterizar el campo de corrientes de la zona de estudio, se seleccionó el caso de oleaje que es superado doce horas por año, para la dirección predominante en aguas profundas y así estimar el comportamiento de las corrientes en el sector de estudio. A continuación se muestran las mallas de propagación utilizadas para estimar corrientes de oleaje.

Tabla No. 5.53 Datos de mallas utilizadas en el módulo de flujo del modelo DELFT 3D.

Nombre	Origen X, Origen Y	Angulo	Tamaño celdas (m)	[Nodos]
M1	696000,1366700	0	25 x 25	Variable

Fuente: Elaborada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

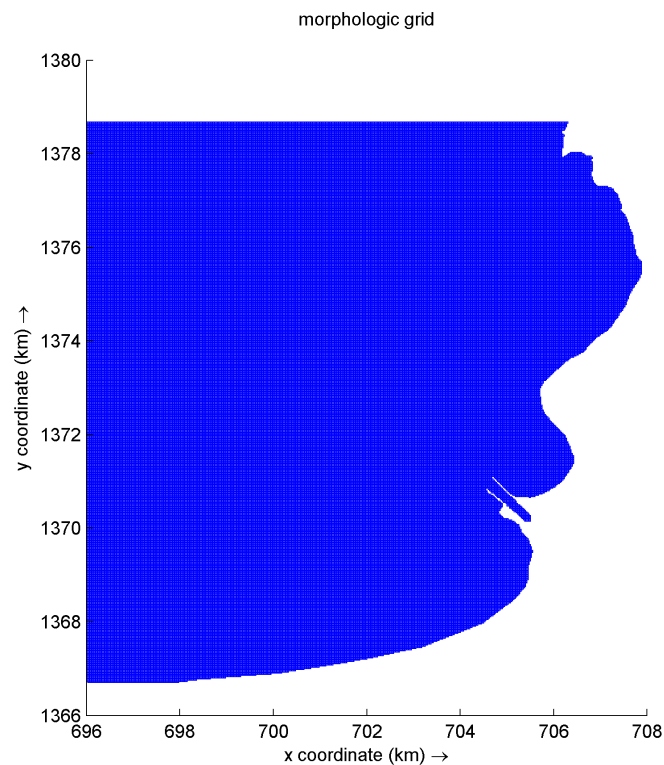


Figura No. 5.159 Mallas para la propagación de corrientes. F1, malla sobre batimetría con la condición actual para oleaje extremal.

Fuente: Elaborada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 318 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El caso que se escogió para estimar las corrientes en rotura es el caso de oleaje local, para la dirección predominante (Caso #4). A continuación se muestra el caso seleccionado y las malla asociada a el.

Tabla No. 5.54 Caso seleccionado estimar las corrientes por rotura del oleaje.

Caso	Malla	Magnitud del Viento (m/s)	Dirección	Condición
4	F1	11.0	N	Sin obras
4a	F1	11.0	N	Con obras

Fuente: Elaborada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

El caso ejecutado para estimar las corrientes por rotura del oleaje, corresponde a las condiciones que más se presentan en la zona de estudio. A continuación se analizan las corrientes por rotura en la zona del proyecto.

❖ Zona de estudio

En la siguiente figura se muestran los resultados de las modelación de corrientes por rotura del oleaje, para el caso #4, el cual tiene una magnitud de viento de 11.0m/s y una dirección N, para la condición sin obras (Mapa MOD_LA_PTO_ANT_25).

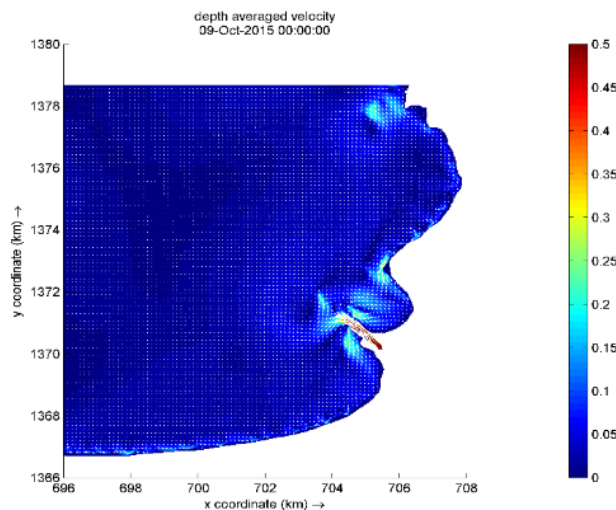


Figura No. 5.160 Corrientes por rotura del oleaje. Caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Inicial, sin obras, malla detalle. Oleaje Local.

Fuente: Elaborada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 319 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

En la figura anterior se pueden ver las corrientes que se producen por rotura del oleaje y el efecto del río León sobre estas. Se puede apreciar que en cuanto a magnitud las corrientes, las que provienen del río León son mucho más significativas que las producidas por la rotura de oleaje en la zona. Hacia el norte de la desembocadura del río León se puede observar una corriente que sale de esta y que tiene una dirección sur-norte, la cual se encuentra con una corriente norte-sur, la cual genera una corriente de retorno en el sector central de la bahía que se forma en este sector.

La magnitud de las corrientes por rotura del oleaje es del orden de los 0.2 m/s, la cual es una magnitud muy baja si se compara con las que se obtienen en la desembocadura de río León.

En la siguiente figura se muestran los resultados de las modelación de corrientes por rotura del oleaje, para el caso #4a, el cual tiene una magnitud de viento de 11.0m/s y una dirección N, para la condición con obras (Mapa MOD_LA_PTO_ANT_26).

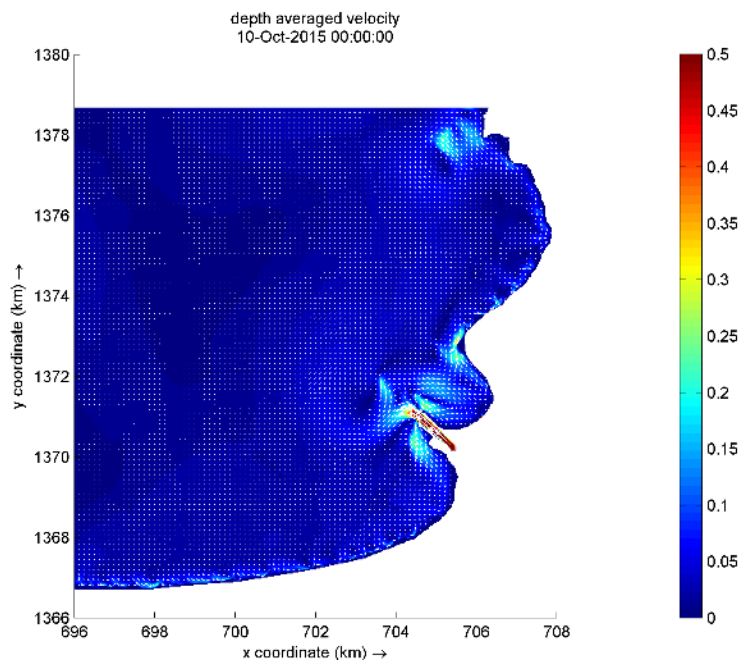




Figura No. 5.161 Corrientes por rotura del oleaje. Caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N – Condición Final, con obras, malla detalle. Oleaje Local.

Fuente: Elaborada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 320 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Para la condición final (con obras), se puede apreciar el mismo patrón de corrientes por rotura, debido a que a la profundidad a la que están las obras de dragado y de vertimiento del material proveniente de este, el oleaje aún no están muy influenciados por la refracción y difracción del oleaje.

De la modelación de las corrientes por rotura se puede apreciar que las obras de dragado y vertido propuestas para el desarrollo de Puerto Bahía Colombia De Urabá, no afectan la dinámica litoral de la zona de estudio.

❖ **Análisis de la dinámica litoral de la zona de botadero**

Para analizar la influencia del vertido de material de dragado, en la zona de botadero, sobre la dinámica litoral de la zona circundante de esta, se ha realizado un análisis sobre como las condiciones del fondo y más concretamente, las profundidades o cota de coronación máxima del botadero puede influir sobre la modificación de los patrones del oleaje incidente a partir de la modificación de la longitud de onda L , que depende de manera directa del Periodo del oleaje T .

De esta forma se procedió a estimar la longitud de onda del oleaje para las condiciones actuales y las condiciones futuras, estimando así, que variaciones hay en cuanto a longitud de la onda por efecto del vertido del material de dragado y los cambios que este produce sobre la cota final del fondo.

El procedimiento para llevar a cabo dicha influencia se calculó el periodo pico de la zona de estudio para el caso más crítico de oleaje (caso #4 Magnitud del viento=11.0m/s, Dirección=N), a partir de la figura H_s Vs T_p . De la figura que compara las alturas de ola con los periodos picos, se tiene que para una altura de 0.9 m de altura se tienen periodo que varían entre 3 s y 8 s, siendo los valores menores, los correspondientes para oleajes generados localmente y los valores altos para oleajes generados en aguas profundas.

❖ **Longitud de onda del oleaje para el sector del Botadero**

En la siguiente figura se muestra la ubicación y configuración geométrica del botadero propuesto, para el vertimiento del material de dragado, proveniente de las obras de Puerto Bahía Colombia De Urabá.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 321 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

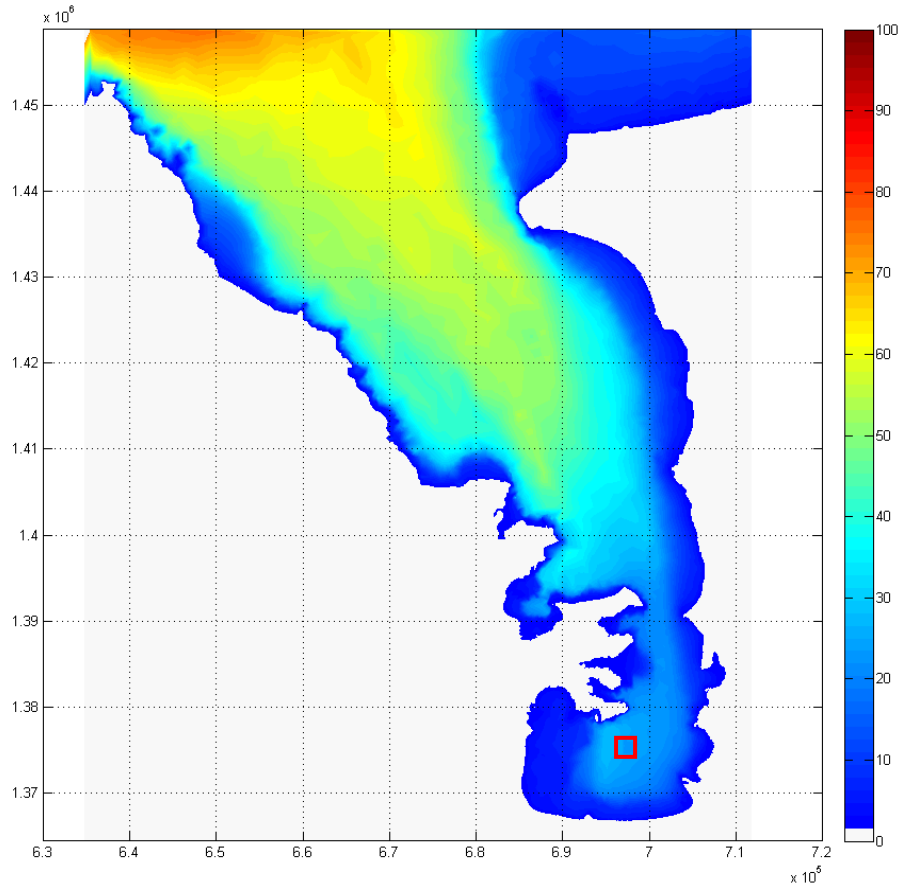


Figura No. 5.162 Localización y configuración geométrica de la zona del Botadero.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2013

De la figura anterior podemos obtener las dimensiones del botadero, las cuales se muestran en la siguiente tabla


Tabla No. 5.55 Datos del área de Botadero

	X (m)	Y (m)	Área Total (m ²)
Botadero	2000	2000	4000000

Fuente: Elaborada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2013.

❖ Longitud de onda para la condición inicial del Botadero

La profundidad media del botadero se estimó en 24 m.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 322 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

La longitud de onda fue estimada a partir de la siguiente expresión:

Si $h/L_0 > 0.5$ entonces:

$$L = L_0 = g \cdot T^2 / (2 \cdot \pi)$$

Si $h/L_0 \leq 0.5$

$$L = L_0 * \operatorname{Tanh}\left(\frac{2 * \pi * h_0}{L}\right)$$

Dónde:

$$L_0 = g \cdot T^2 / (2 \cdot \pi)$$

T= periodo pico (s)

g=gravedad (m/s²)

h₀=Profundidad (m)

L=Longitud de onda (m)

Para el cálculo de la longitud de onda inicial, se escogió un periodo de 5 segundos, teniendo en cuenta que, como se vera mas adelante, la campaña de mediciones de oleaje en la que se baso este estudio, muestra que los periodos se mueven en torno a 4 y 5 segundos, pero es este ultimo el que mayor potencial de transporte de sedimentos puede llegar a presentar.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 323 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

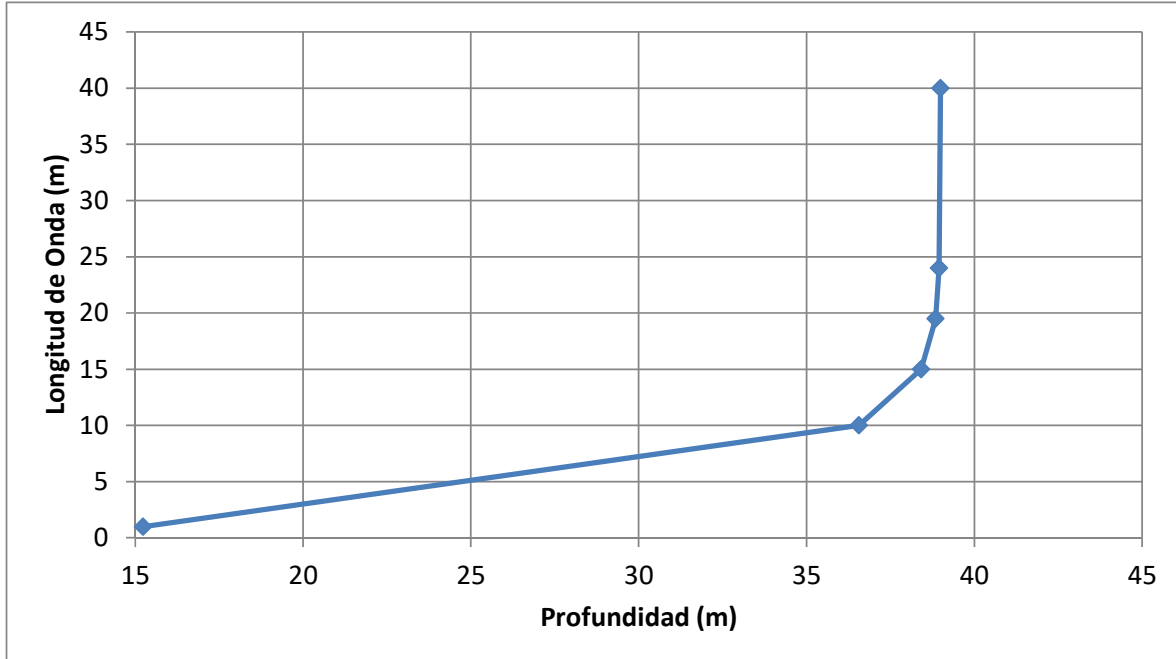


Figura No. 5.163 Longitud de onda para distintas profundidades, para la condición inicial del botadero.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2013

De la figura anterior podemos observar que la longitud de onda para un periodo de 5 seg no se ve alterada despues de los 19,5 m de profundidad. Por esta razón, es claro que el oleaje no se vera afetado por el fondo si este no disminuye mas alla de dicha profundidad.

Es importante resaltar que esta zona se conoce como profundidades indefinidas, es decir, en esta zona el oleaje no siente el fondo al propagarse, y por tanto no lo afecta. Está definido como $h = L/2$, es decir, que a partir de una profundidad superior a media longitud de onda, el oleaje no está afectado por el fondo.

❖ Longitud de onda para la condición final del botadero

Para estimar la altura de coronación del botadero, después de verter el material proveniente del Dragado de las obra de Puerto Bahía Colombia De Urabá, se partió del volumen total dragado (ver Tabla No. 5.56) y de la configuración geométrica del botadero (ver Tabla No. 5.57).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 324 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.56 Volumen total de material Dragado

	Puerto Bahía Colombia De Urabá (m3)	Volumen Total (m3)
Volumen del Dragado	2800000	2800000

Fuente: Elaborada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

Tabla No. 5.57 Configuración geométrica del botadero

	X (m)	Y (m)	Área Total (m2)
Área del Botadero	2000	2000	4000000

Fuente: Elaborada por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015.

Teniendo en cuenta la gran extensión que tiene el botadero y el poco volumen que constituye el dragado, se tiene que este no alcanzaría más de un metro y medio de altura el relleno.

Como punto de partida se tiene que la profundidad mínima en el botadero en condiciones actuales es de 23 m. Si se tiene en consideración que se elevara su profundidad en 1,5 m, la mínima profundidad final sería de 21.5. esta profundidad es inferior a 19,5 (2 m de diferencia), y por tanto se puede determinar que no se modificara el oleaje y su dinámica en la zona de interés.



Es importante resaltar que el oleaje es el principal agente responsable de la dinámica litoral, por lo que se puede afirmar, que si este no se ve afectado por el fondo, su propagación por la zona de interés no se verá afectada por la ejecución de la obra, y consecuentemente, la dinámica litoral tampoco.

Esto ya se había confirmado con las modelaciones de oleaje y corrientes mencionadas en numerales anteriores.

❖ CONCLUSIONES

A grandes rasgos se puede notar que para el mismo caso de propagación las variaciones de los patrones de oleaje, en las tres alternativas modeladas en este estudio, son prácticamente imperceptibles.

Para que las playas cercanas al botadero sufran una afectación, o un basculamiento que generen retroceso en algunas zonas y acreción en otras, se tendría que generar un polo de difracción realmente marcado dentro de la configuración batimétrica de la zona, generando y modificando realmente los

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 325 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

patrones del oleaje que se propaga, por una disminución sensible en las profundidades con relación a los periodos característicos del oleaje predominante y se demostró que esto no sucede con el vertido de material en el botadero propuesto.


Después de analizar todas las figura de propagación del oleaje, se puede concluir que las diferencias entra la condición inicial, la cual representa el estado de la zona actualmente y la futura, en la que ya se tiene en cuenta el vertido de material, es máximo de 1 cm en altura de ola en la zona inmediatamente después del vertido; en los demás sectores de la zona de estudio no se puede apreciar variación alguna, debido a que la afectación que tiene el vertido sobre la dinámica litoral es de carácter local.

Con esta magnitud, se puede decir que, la condición futura no modifica significativamente la altura del oleaje que actualmente se presentan en la zona de estudio y por ende, la dinámica litoral no se ve afectada. Por lo tanto, no se esperan cambios sustanciales en las costas cercanas al proyecto

En cuanto a la dirección del oleaje en la zona de estudio, se puede notar que la variación, es casi nula, debido a que el vertido que pretende realizar Puerto Bahía Colombia De Urabá en la zona de estudio, no modifica considerablemente la batimetría del sector. Dicho vertimiento no produce ni un punto duro que genere difracción del oleaje, ni un cambio significativo a nivel de profundidades con relación a los periodos que se presentan en la zona, como fue analizado en capítulos anteriores, por lo que el fondo oceánico no genera procesos de refracción que modifiquen la dirección del oleaje. Es importante considerar que el oleaje en la naturaleza presenta también un grado de dispersión angular que puede ser similar a las magnitudes que aquí se obtienen, por tanto no se puede considerar que estos cambios representen gran influencia sobre la dinámica actual.

Es importante resaltar que esta zona se conoce como profundidades indefinidas, es decir, en esta zona el oleaje no siente el fondo al propagarse, y por tanto no lo afecta. Está definido como $h = L/2$, es decir, que a partir de una profundidad superior a media longitud de onda, el oleaje no está afectado por el fondo. Por esta razón, solo a partir de más o menos 19,5 m de profundidad, es que se puede ver afectado para oleajes de 5 segundos de periodo de pico.

Como conclusión de este estudio, se puede afirmar que las obras de Puerto Bahía Colombia De Urabá, no tiene ninguna influencia sobre la dinámica litoral y eso se

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 326 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

puede ver en que los patrones de oleaje no han sufrido cambios significativos en la zona de estudio.

- **Mareas**

La marea astronómica se define como el conjunto de movimientos regulares de ascenso y descenso del nivel del mar con periodos próximos a las 12 o 24 horas que se producen por los efectos gravitacionales del sistema tierra-luna-sol. Desde el punto de vista práctico, es necesario conocer el comportamiento de las ondas de mareas, especialmente para predecir la amplitud de la misma en un instante y lugar determinado. Es por ello que una forma para abordar el estudio de su comportamiento consten en considerar la marea astronómica como la suma de un numero finito de ondas, cuya amplitud y dase son conocidas debido a que se han asociado con algunos movimiento planetarios.

De acuerdo con la hipótesis anterior, varios investigadores han trabajado en el desarrollo de componentes periódicas de la fuerza tractora como forzamiento generado de la marea. Darwin y Doodson consiguieron llevar a efecto esta descomposición realizando un análisis astronómico teniendo en cuenta los movimientos de la tierra, luna y sol, a partir del cual determinaron la frecuencia e importancia relativa de cada una de las componentes.

La descomposición se realiza básicamente asumiendo que las fuerzas generadoras producidas por la luna y el sol en sus trayectorias variables, son generadas por un número finito de planetas ficticios. Cada uno de estos planitas gira alrededor de la tierra con una órbita circular situada en el plano del Ecuador t a una velocidad angular constante, y se seleccionan de tal modo que, uno o la combinación de varios de ellos, reproduzcan la frecuencia de una determinada perturbación astronómica.

- **Metodología de cálculo**

La descripción y predicción de la marea en una localización dada pude hacerse mediante lo que se denomina análisis armónico de mareas, el cual consiste en descomponer los registros de nivel del mar en un numero finito de ondas cuyo periodo y fase han sido perfectamente establecidos, dado que coinciden con os periodos de algunos de los movimientos astronómicos relativos entre la Tierra, La luna y el sol, como ha sido descrito anteriormente. En líneas generales el método

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 327 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

de análisis armónico consiste en medir el nivel del mar durante cierto periodo de tiempo y obtener, a partir de dicho registro las amplitudes y fases de las ondas componentes. A estos parámetros se les llama componentes armónicas, debido a la suposición implícita de que las respuestas de mares y océanos a las fuerzas de marea no cambian en el tiempo. En este caso el método que se va a presentar es el elaborado por Dronkers (1964) y basado en los mínimos cuadrados.

La marea astronómica se aproxima, entonces a la suma de esas ondas constituyentes de la siguiente manera:

$$S_{MA}(t) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i + \cos(\bar{\omega}_i t + \varphi_i)$$

Donde:

a_0 es la amplitud del nivel medio de referencia

a_i es la amplitud de la onda i

ω_i es la frecuencia de la onda componente i

φ_i es el desfase de la onda componente i

t es el instante en que se calcula la marea

n es el número de componentes consideradas

A continuación se obtendrán las componentes armónicas para predecir los eventos de marea en un periodo que está comprendido entre 01 de enero de 1990 y el 01 de enero de 2000. Las componentes armónicas fueron obtenidas del modelo TPXO, que es uno de los modelos globales de marea más precisos, el cual proporciona cuatro componentes armónicas semidiurnas (M2, S2, N2, K2), cuatro componentes diurnas (K1, O1, P1, Q1), dos de largo periodo (Mf y Mm) y tres de periodo corto (M4, Mn4, Ms4) en una malla con cobertura global de 1440 x 721 puntos con 0.25° de resolución espacial. En este estudio se ha utilizado la base de datos más reciente, TPXO7.2. En la Figura No. 5.164 se muestra la localización del punto TPXO más cercano a la zona de estudio.

Tabla No. 5.58 Componentes armónicos de marea, obtenidos del TPXO

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 328 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Componente	Frecuencia	Periodo (hr)	Amplitud (m)	Fase (°)
m2	28.984101	12.42	0.0693	151.22
s2	30	12	0.0168	12.35
n2	28.43973	12.66	0.0255	120.74
k2	30.082137	11.97	0.0052	0.04
k1	15.041069	23.94	0.0937	239.45
o1	13.943036	25.8	0.0576	240.29
p1	14.958931	24.07	0.029	244.4
q1	13.398661	26.87	0.0082	236.03
mf	1.098033	328	0.0168	356.53
mm	0.544375	661	0.0081	353.33
m4	57.96821	6.2103	0.0019	151.72
ms4	58.984104	6.1033	0.005	340.28
mn4	57.423	6.2393	0.0018	193.14

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2014

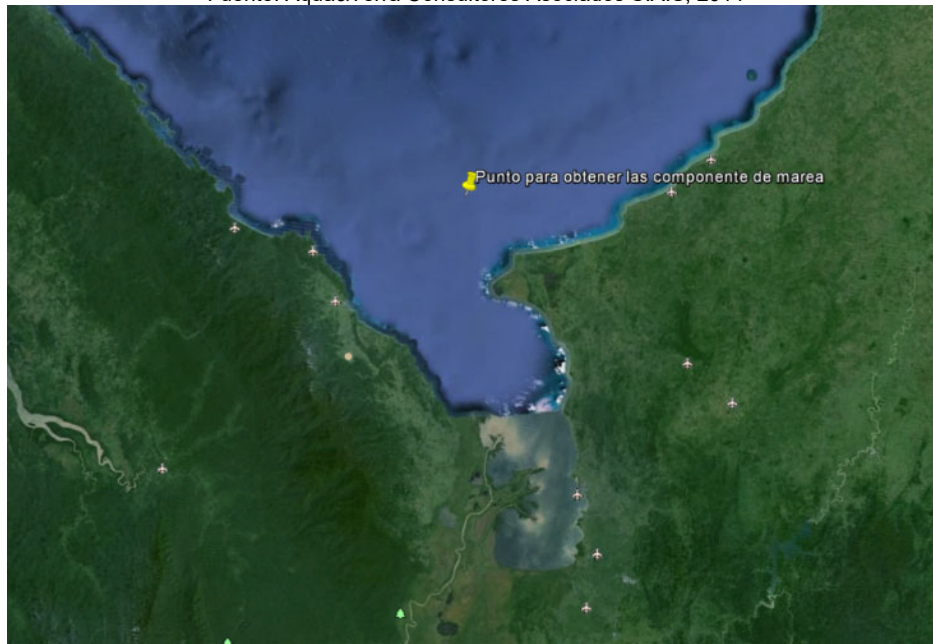


Figura No. 5.164 Localización del punto donde se obtuvieron las componentes armónicas del TPXO.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2014.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 329 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Con las componentes obtenidas del TPXO y la ecuación que relaciona la amplitud y la fase de estas, se construyó la serie de marea astronómica para el punto en las afueras del golfo. La serie completa se muestra en la siguiente figura:

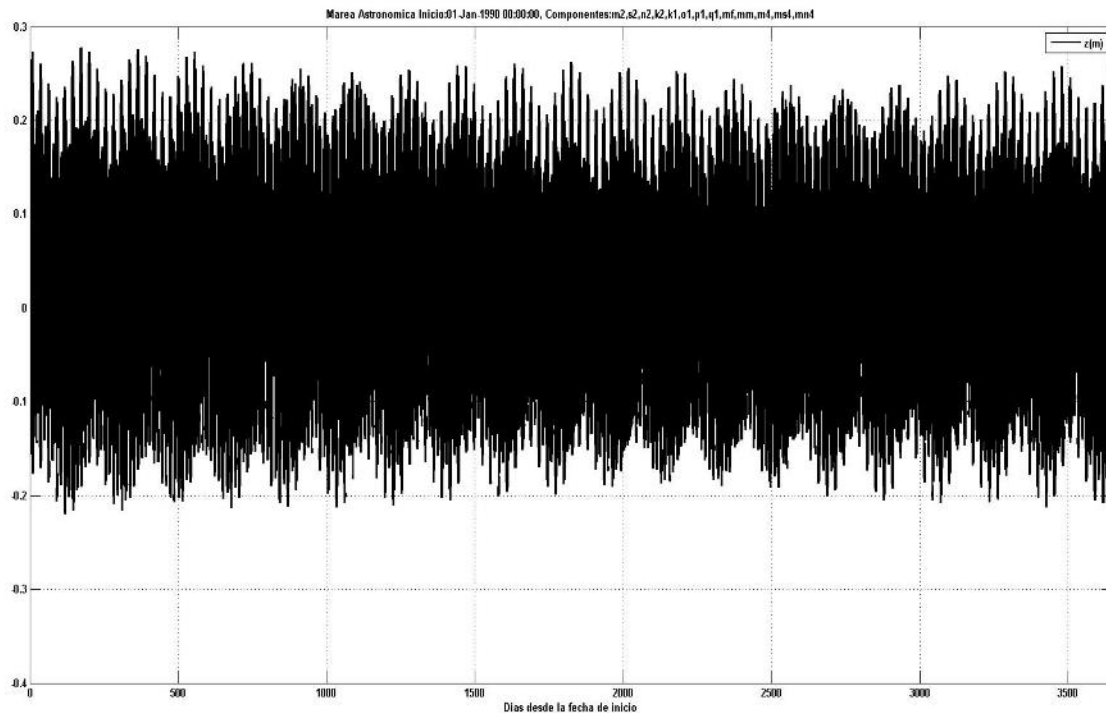


Figura No. 5.165 Serie de marea astronómica para el punto más cercano a la zona de estudio.

Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2014.

- Régimen medio del nivel del mar

El régimen de nivel de marea se construye a partir de la serie de datos de nivel del mar en el punto mostrado en la Figura No. 5.164. Si bien este sitio no se encuentra dentro de la zona de estudio, la variación espacial de las ondas largas en el golfo de Urabá no es significativa.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 330 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Con base en esta información y la hipótesis anteriormente aceptada, se tiene la serie de nivel del mar, con la cual se puede construir el régimen de nivel medio del mar. Para esto se ordena la serie de nivel del mar de menor a mayor y asignando a cada dato una probabilidad $P = i/(n+1)$, donde P es la probabilidad de no-excedencia, i el número de orden del dato, y n el número total de datos analizados. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura No. 5.166.

Como puede observarse, el nivel del mar no es una variable relevante en la zona de estudio. Los valores máximos, con respecto al nivel medio del mar, no superan los 0,3 m de altura.

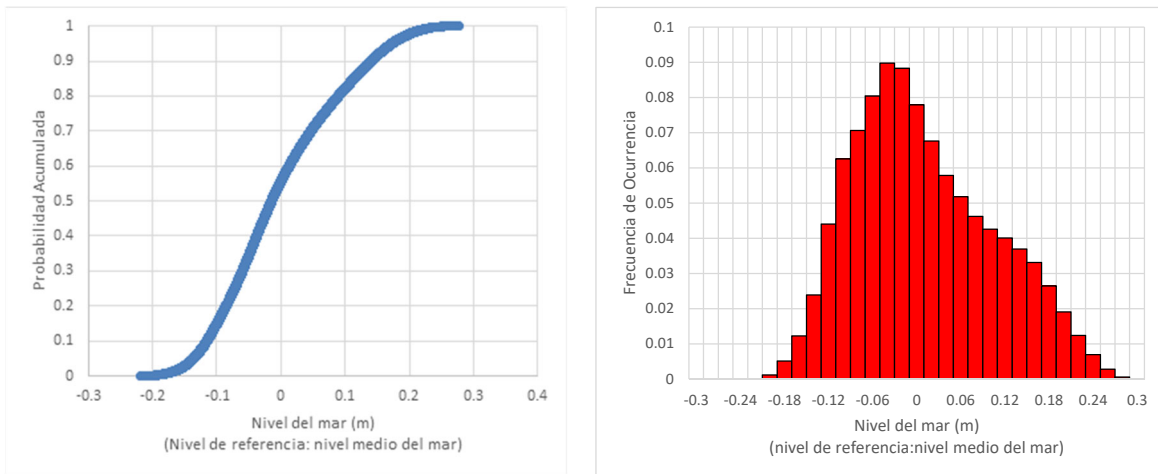




Figura No. 5.166 Régimen medio de nivel del mar en el punto más cercano a la zona de estudio, a) Función de distribución y b) función de densidad.
Fuente: Aqua&Terra Consultores Asociados S.A.S, 2014.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 331 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- **Tormentas Tropicales**

La región del Mar Caribe se caracteriza por la formación de ciclones tropicales. Tradicionalmente, los huracanes se desarrollan sobre aguas cálidas entre junio y noviembre, por la acción de la convergencia de los vientos Alisios en la Costa Oeste de África (Mo et al., 2001), Sin embargo Shapiro y Goldenberg (1998) y Goldenberg et al. (2001) analizaron la relación entre la temperatura superficial del mar (SST) y la formación de ciclones en el Atlántico, demostrando que no existe correlación entre la temperatura y la formación de ciclones. Los ciclones tropicales son clasificados de acuerdo con la escala *Saffir-Simpson* de acuerdo con la velocidad de los vientos (ver Tabla No. 5.88).

Tabla No. 5.59 Clasificación de los Ciclones Tropicales de acuerdo con a la escala *Saffir-Simpson*

CLASIFICACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)
Depresión Tropical (DT)	<63
Tormenta Tropical (TT)	63 – 117
H1	119 – 153
H2	154 – 177
H3	178 – 209
H4	210 – 249
H5	>250

Fuente: National Hurricane Center, s.d.

La formación de ciclones tropicales es profundamente estudiada en el *National Hurricane Center* (Estados Unidos de América) debido a su importancia económica y social. Con excepción de la región de las Islas de San Andrés y Providencia, el Caribe colombiano ha sido considerado como una zona de baja probabilidad y desarrollo de tormentas tropicales, de acuerdo con la *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA), siendo extremadamente raro que una tormenta tropical o huracán toque la costa norte de Sur América (Gerrish, 1988).

Ortiz (2012) realizó un análisis de los huracanes que han tocado la costa colombiana entre 1900 y 2010, concluyendo que un total de 10 tormentas han afectado la costa Caribe de Colombia en este periodo. En el área continental se ha registrado el paso de seis tormentas (5 tormentas tropicales y un huracán categoría 1) y siete eventos (2 depresiones tropicales, 3 tormentas tropicales, un huracán categoría 1 y un huracán categoría 3) afectaron el área insular (ver Figura No. 5.167).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 332 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

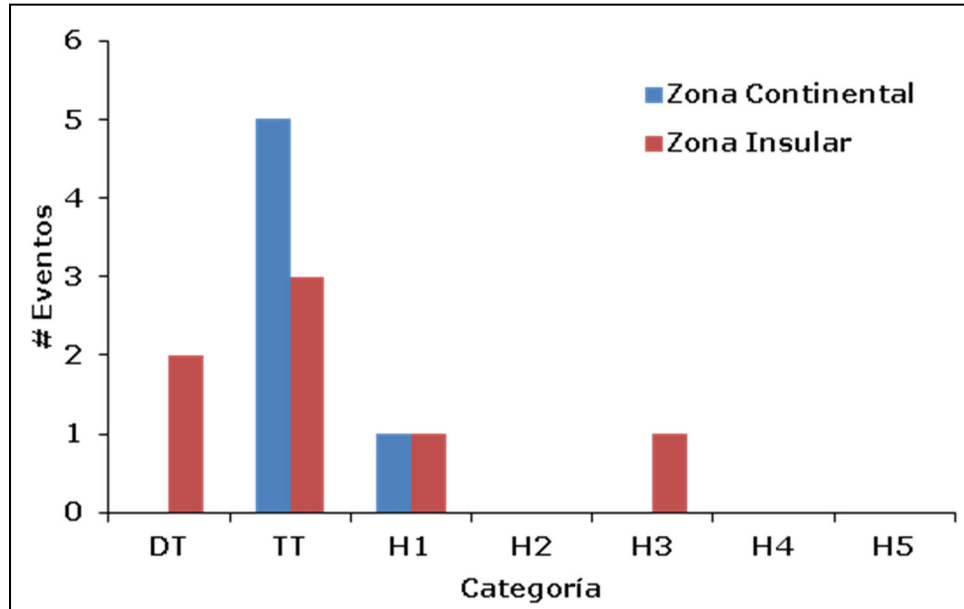


Figura No. 5.167 Eventos significativos que han afectado el Caribe colombiano (Insular y Continental) entre 1900 – 2010
Fuente: Tomado de Ortiz, 2012.

A continuación se presenta la trayectoria y una breve descripción de los principales eventos que han pasado por la costa Caribe colombiana. Los principales eventos que se tiene registro han sido, una tormenta sin nombre que paso en junio de 1933, Irene 1971, Joan 1988 y Bret 1993 y Cesar en 1996 (Ortiz, 2007)

Irene 1971: se formó en la costa oeste de África alcanzando rápidamente hacia el Caribe, donde pierde intensidad al encontrarse con las Islas de Barlovento (*Windward Islands*) donde pierde fuerza, después de pasar por la Costa Norte de Colombia gana fuerza hasta alcanzar categoría de huracán (1) frente a la costa de Nicaragua (Simpson y Hope, 1971) (ver Figura No. 5.168).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 333 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

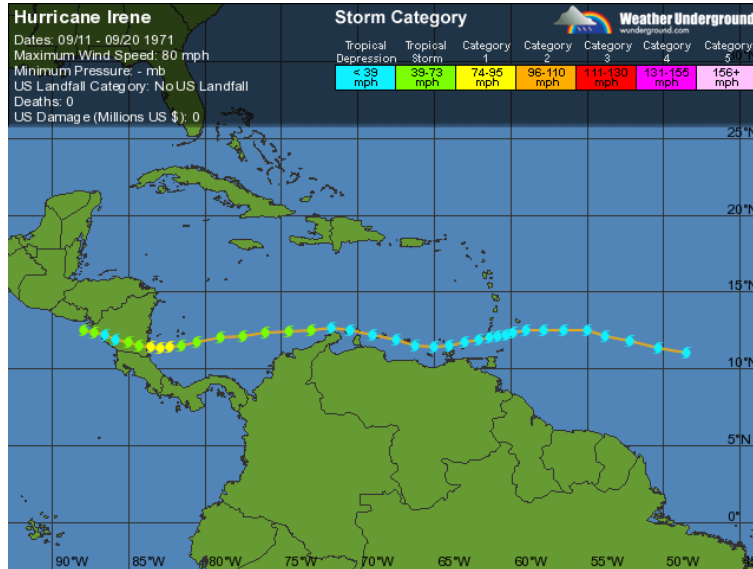


Figura No. 5.168 Trayectoria del Huracán Irene (1971)
 Fuente: Weather Underground, 2012.

Huracán Joan (1988): alcanzó condiciones de huracán en la costa Oeste de la Península de La Guajira a 30 mn (millas náuticas) de la costa de Colombia, aunque al pasar por la costa colombiana era una tormenta tropical, la lluvia que acompañaba a la tormenta causo severos daños producto de las inundaciones, dejando a su paso por el país un total de 25 muertos y aproximadamente 27000 desplazados (Gerrish, 1988) (ver Figura No. 5.169).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 334 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

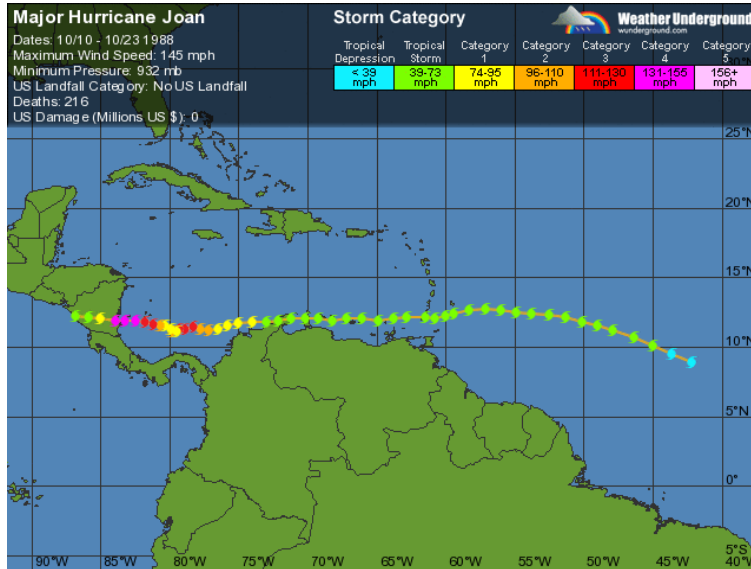
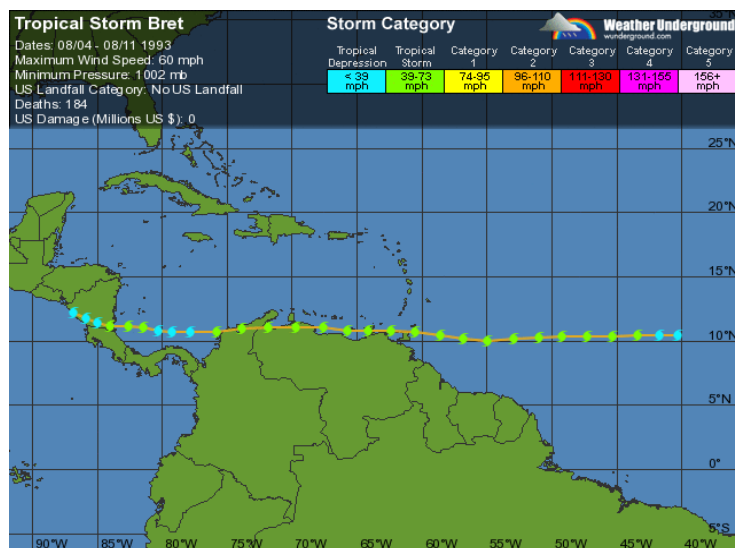


Figura No. 5.169 Trayectoria del Huracán Joan (1988)
 Fuente: Weather Underground, 2012.

Huracán Bret (1993): toco tierra en la costa venezolana y continuó su tránsito hacia Colombia, donde se encuentra con las altas elevaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, ocasionando un debilitamiento considerable, sin embargo, después de cruzar esta zona gana fuerza nuevamente hasta alcanzar sus máximas velocidades frente a la costa nicaragüense. A su paso por Colombia dejó una persona muerta y una persona herida (Pasch, 1993) (ver Figura No. 5.170).




	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 335 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.170 Trayectoria del Huracán Bret (1993)
Fuente: Weather Underground, 2012.

Huracán Cesar (1996): se forma a partir de una onda tropical que cruzó Dakar, África moviéndose hacia el Oeste, hasta que se desarrolla en la región de las Islas de Barlovento (*Windward Islands*). Cesar continuó su tránsito hacia el Oeste aumentando su intensidad, perdiendo su intensidad al acercarse a la costa de Suramérica, y posteriormente alcanza categoría de huracán en la costa de Nicaragua, al cruzar Nicaragua llega al Océano Pacífico donde se intensifica nuevamente y cambia su nombre a Douglas (Avila, 1996) (ver Figura No. 5.171).

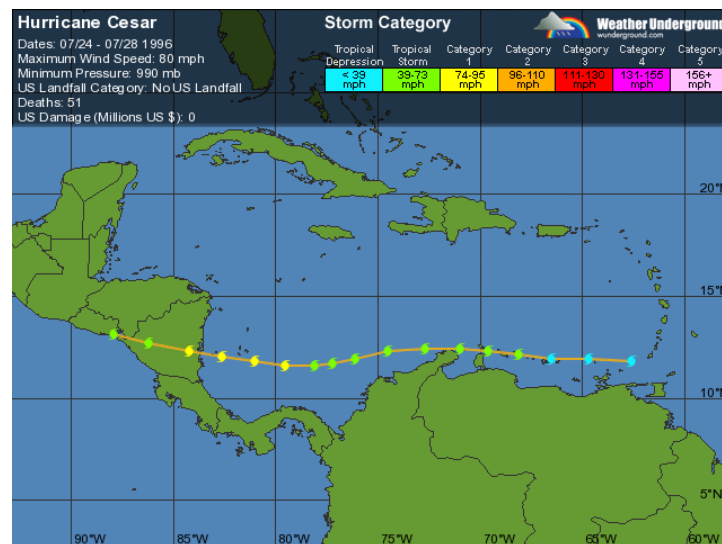



Figura No. 5.171 Trayectoria del Huracán Cesar (1996)
Fuente: Weather Underground, 2012.

A partir de la información presentada anteriormente es posible concluir que la región del Golfo de Urabá no ha sido afectada históricamente por tormentas tropicales, lo que no presenta un riesgo para la ejecución y operación de proyecto.

- *Calidad del agua marina*

El proyecto cuenta con algunas obras en la parte marina como el viaducto y el terminal en agua y las actividades del dragado de profundización y la disposición del material dragado en el botadero, por lo tanto, se ubicaron las estaciones A3 a la A9 en Bahía Colombia para determinar la calidad del agua marina como línea

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 336 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

base. Es de mencionar, que la estación A9 se ubicó en un área cercana como punto de control con respecto a las obras de intervención del proyecto en Bahía Colombia.

- Estaciones de muestreo de calidad del agua y sedimentos marinos

Se presenta en la Tabla No. 5.14 las coordenadas planas Magna Sirgas origen Bogotá de las estaciones de muestreo definidas para el análisis de la calidad del agua y sedimentos marinos en el área de estudio del Proyecto y en la Figura No. 5.172 se presenta la localización de dichas estaciones.

Tabla No. 5.60 Ubicación de las estaciones de muestreo calidad del agua y sedimentos marinos

Id	Nombre estación	Coordenadas planas Magna Sirgas origen Bogotá	
		Este	Norte
A3	Estación Viaducto	703,792.94	1,371,083.51
A4	Estación Área de Maniobras 1	702,783.75	1,370,390.87
A5	Estación Área de Maniobras 2	702,487.86	1,371,110.59
A6	Estación Área de Maniobras 3	702,943.68	1,371,628.00
A7	Estación Canal de Acceso Fase I	702,099.85	1,371,870.99
A8	Estación punto de control	696,387.84	1,372,825.31
A9	Botadero	697,792.41	1,375,464.03

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 337 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

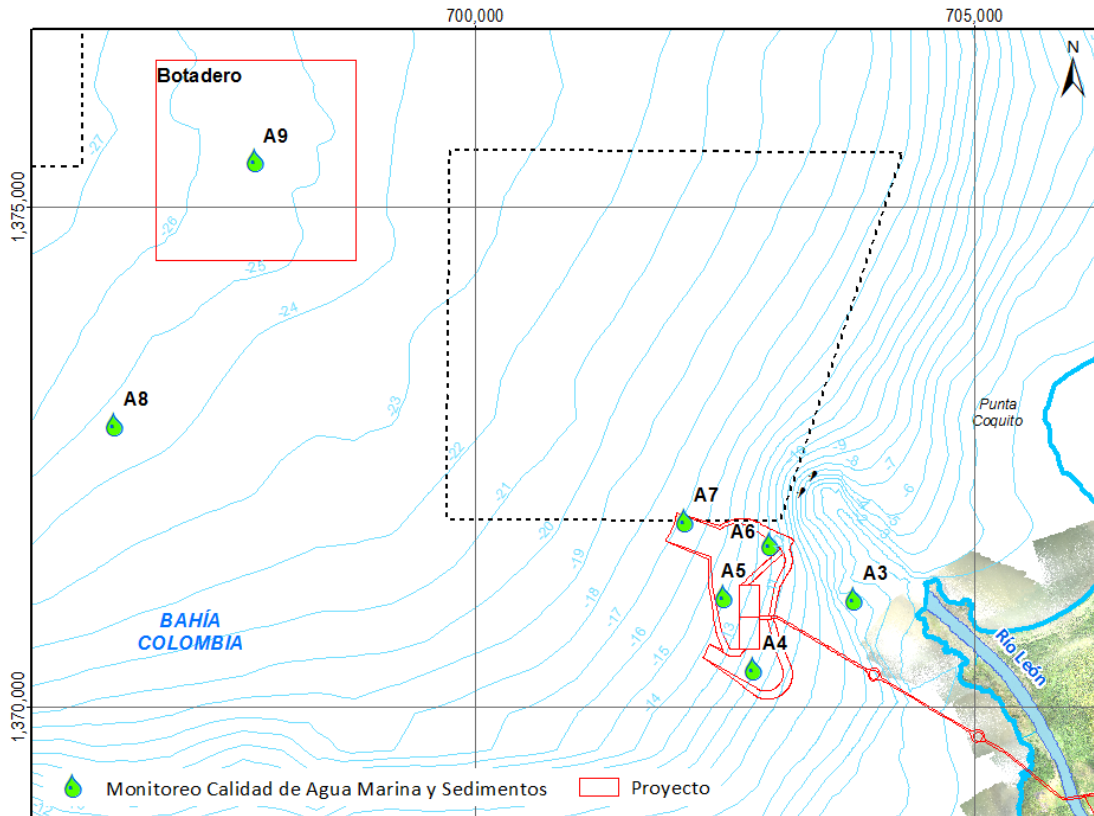



Figura No. 5.172 Localización de las estaciones de muestreo de calidad del agua y sedimentos marinos

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

- Resultados obtenidos de calidad del agua marina

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados para la caracterización del agua marina que podrá ser afectado con el desarrollo del proyecto, corresponden a los establecidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado (M-M-INA-05)238.

238 COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución no. 0112 (28, enero, 2015).Op Cit.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 338 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

A continuación se presentan los resultados de los parámetros que se registraron In Situ y los evaluados en el laboratorio.

❖ Resultados de los parámetros in situ

En la Tabla No. 5.61 se presenta los resultados de los parámetros que se registraron in situ para las estaciones ubicadas en Bahía Colombia.

Tabla No. 5.61 Resultados de medición de parámetros in situ – Agua Marina

Punto de Muestreo	pH (unidades)	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad, ms/cm	% de Saturación de oxígeno
A3	6,69	29,1	6,67	6,60	86,75
A4	7,08	29,8	7,64	9,28	100,58
A5	6,84	29,4	7,54	9,17	98,58
A6	7,79	28,5	7,02	23,3	90,35
A7	7,58	28,6	7,52	16,8	96,95
A8	7,56	28,7	7,50	26,7	96,87
A9	8,1	29,2	7,88	28,0	97,46

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Resultados analizados en el laboratorio

En la Tabla No. 5.62 se presenta los resultados de los parámetros que se analizaron en el laboratorio para las estaciones ubicadas en Bahía Colombia.



MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO



CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Página 339 de 534

GAT-391-15-CA-AM-PIO-01

Revisión:

B

Tabla No. 5.62 Parámetros analizados en el laboratorio – Agua Marina

Parámetros	Resultados de las estaciones de muestreo						
	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Acidez, mg CaCO3/L	6,6	6,0	7,6	6,6	6,8	5,6	10
Alcalinidad Total, mg CaCO3/L	56	58	66	64	69	73	113
Color Verdadero, UPC	22	19	15	16	16	13	18
Demanda Bioquímica de Oxígeno, mg O2/L	10	<2	<2	<2	10	4,5	<2
Demanda Química de Oxígeno, mg O2/L	24	<10	<10	<10	23	11	<10
Detergentes, mg SAAM/L	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Dureza Cálrica, mg CaCO3/L	748	1190	1380	2030	1780	1940	3470
Dureza Total, mg CaCO3/L	977	1760	1700	3970	2130	3820	4130
Fenoles Totales, mg Fenol /L	<0,075	<0,075	<0,075	<0,075	<0,075	<0,075	<0,075
Fosforo Total, mg P/L	0,2	0,040	0,040	0,070	0,070	0,030	0,030
Grasas y Aceites, mg GyA/L	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Nitrógeno Total , mg N/L	<5,16	<5,16	<5,16	<5,16	<5,16	<5,16	<5,16
Sólidos Disueltos Totales ,mg SDT/L	7390	8690	16800	14500	17300	21000	7630
Sólidos Sedimentables ,ml/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	44
Sólidos Suspendidos Totales, mg SST/L	85	11	5,1	13	22	30	13
Turbiedad, NTU	42,3	2,16	2,01	3,52	7,61	5,19	4,85
Coliformes Totales ,NMP/100 ml	2489	1119,9	>MNPC*	>MNPC**	307600	>MNPC**	41060000
Coliformes (E.coli) ,NMP/100 ml	206	1,0	19	403400	2000	111800	4730000
Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares, mg Compuesto/L	<0,000053	<0,000053	<0,000053	<0,000053	<0,000053	<0,000053	<0,000053
Bario Total, mg Metal/L	<0,0855	<0,0855	<0,0855	<0,0855	<0,0855	<0,0855	<0,0855

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACION ABIOTICO
[Medellín], 2015



MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO



CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Página 340 de 534

GAT-391-15-CA-AM-PIO-01

Revisión:



B

Parámetros	Resultados de las estaciones de muestreo						
	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Cadmio Total, mg Metal/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cobre Total, mg Metal/L	0,11	0,0049	0,0049	0,0049	0,005	0,0049	0,0049
Cromo Total, mg Metal/L	0,003	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026
Mercurio Total, mg Metal/L	0,00027	0,001	0,00027	0,001	0,00027	0,00027	0,00027
Níquel Total, mg Metal/L	0,014	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022	0,0022
Plata Total, mg Metal/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Plomo Total, mg Metal/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Selenio Total, mg Metal/L	0,142	0,209	0,209	0,346	0,253	0,367	0,39
Arsénico Total, mg Metal/L	0,010	0,010	0,010	0,023	0,010	0,024	0,010
Zinc Total, mg Metal/L	0,06	0,47	0,08	0,07	0,30	0,16	0,13
Clorofila A mg/m3	3,61	2,05	1,71	1,17	3,19	19,1	1,13
Clorofila B mg/m3	5,95	3,34	2,79	1,89	5,23	31,2	1,84

* >MNPC: Muy numeroso para contar. el resultado es > 24196 NMP/100 ml.

** >MNPC: Muy Numeroso para contar. el resultado es >24196 NMP/100 ml. Dilución 10-3

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 341 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



- Análisis de resultados del agua marina

A continuación se realiza un análisis de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos registrados in situ y en el laboratorio para las estaciones en Bahía Colombia en el Golfo de Urabá denominadas A3, A4, A5, A6, A7, A8 y A9, las cuales fueron ubicadas en el área de intervención del proyecto y una estación de control.

❖ **Potencial de hidrógeno – unidades de pH**

El potencial de hidrogeno, considerado como un importante indicador de la calidad del agua marina, el cual registraron una tendencia mayormente neutra en cinco (5) de las siete (7) estaciones de agua marina monitoreados, localizados en el Sector Bahía Colombia en el Golfo de Urabá; este comportamiento se asocia al contenido moderado tanto de compuestos ácidos así como alcalinos en el agua. Las dos estaciones que presentaron los mayores valores de pH fueron la A6 y A9. Los valores en general oscilaron entre 6,69 a 8,29 unidades con un promedio de 7,38 Unidades.

Es importante resaltar que los valores de los potenciales se encuentran en un rango favorable para el desarrollo de los organismos acuáticos. En cuanto al régimen normativo, cumple a cabalidad con los límites máximos normativos establecidos en el Decreto 1076 de 2015239, Capítulo 3, Sección 9 Artículos 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.9.10 reafirmando que el agua cumple con los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para fines recreativos y para preservación de flora y fauna a lo que se refiere este parámetro. En la Figura No. 5.173 se ilustra dicho comportamiento.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 342 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

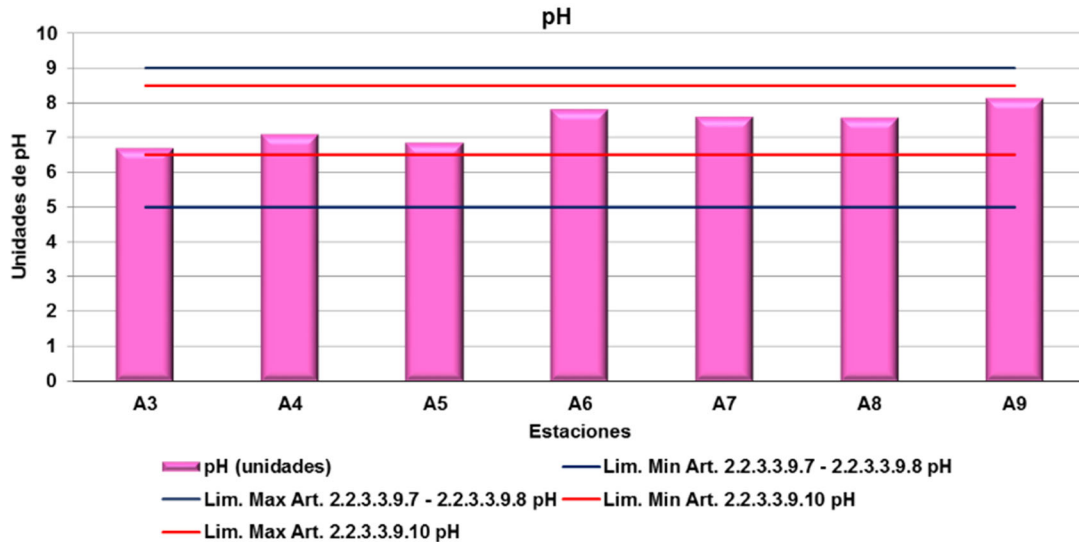




Figura No. 5.173 . Comportamiento potencial de Hidrógeno – Agua Marina
 Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Temperatura

La temperatura es de gran importancia por que determina las regiones climáticas y la distribución de las especies marinas; a su vez influye en la reproducción y periodicidad de la vida acuática, y en la descomposición de la materia orgánica. La temperatura promedio en Bahía Colombia fue de 29,04 °C, donde los valores oscilaron entre 28,5°C y 29,8 °C; se puede evidenciar que no se registraron variaciones significativas, en la Figura No. 5.174 se observa dicho comportamiento; sin embargo, en la estación A4 presento la mayor temperatura.

Por otra parte el Decreto 1076 de 2015, Capítulo 3, Sección 9, artículos 2.2.3.3.9.7, 2.2.3.3.9.8 y 2.2.3.3.3.10 no establecen un límite permisible para este parámetro; no obstante el TULAS (Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria que es la Norma de Calidad Ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua en Ecuador)²⁴⁰ define que el límite máximo permisible para las aguas marinas es la temperatura ambiente local + 3 ° C (32°C), estableciéndose que los puntos monitoreados registraron valores inferiores al límite en mención. Es importante resaltar que los valores reportados son acordes con la

²⁴⁰ PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE ECUADOR. MINISTERIO AMBIENTE DEL ECUADOR. Decreto Ejecutivo 3516 (Marzo, 31, 2003). Op Cit.
 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
 CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
 [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 343 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

temperatura ambiente de la zona de estudio y son adecuados para los procesos vitales de los microorganismos.

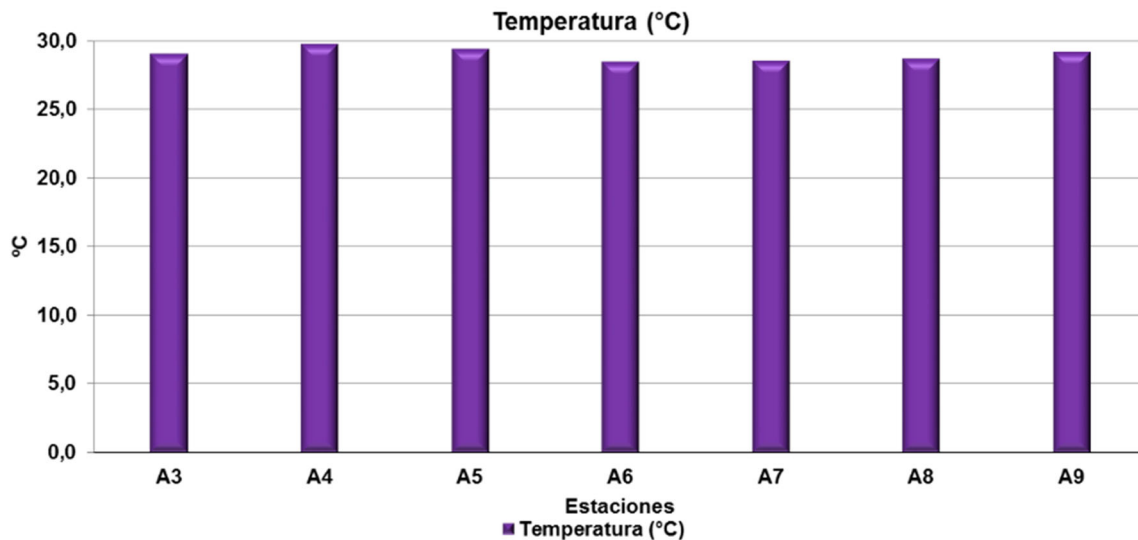




Figura No. 5.174 Comportamiento Temperatura– Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Oxígeno Disuelto

El oxígeno (O₂) procedente de la atmósfera se disuelve directamente en las aguas superficiales, o se genera mediante la fotosíntesis en las capas superiores iluminadas. Con el aumento de la profundidad, el oxígeno disuelto disminuye, en parte al ser consumido por la respiración de microorganismos y de otro lado por la descomposición microbiana de los detritos orgánicos y por el fenómeno de absorción²⁴¹.

De acuerdo con los resultados, el oxígeno disuelto reportado en las estaciones en Bahía Colombia oscilaron entre 6,67 mg/L y 7,88 mg/L con un promedio de 7,40 mg/L; la estación A4 registró la mayor concentración para este parámetro, sin embargo la variación entre este y las otras estaciones es leve. (Ver Figura No. 5.175).

²⁴¹ INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES DE ANDREIS – INVEMAR., 2003. Op Cit. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 344 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Con respecto a las restricciones normativas para el oxígeno disuelto, el Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015²⁴², Capítulo 3, Sección 9 establece que la concentración de Oxígeno Disuelto en aguas marinas y estuarias para la destinación de recurso para uso de preservación de flora y fauna debe ser superior a 4 mg/L donde se puede establecer que las estaciones monitoreadas como línea base en el Sector Bahía Colombia en el Golfo de Urabá registraron cumplimiento a cabalidad, presentando concentraciones favorables para las actividades metabólicas de los microorganismos y los procesos de descomposición de la materia orgánica.

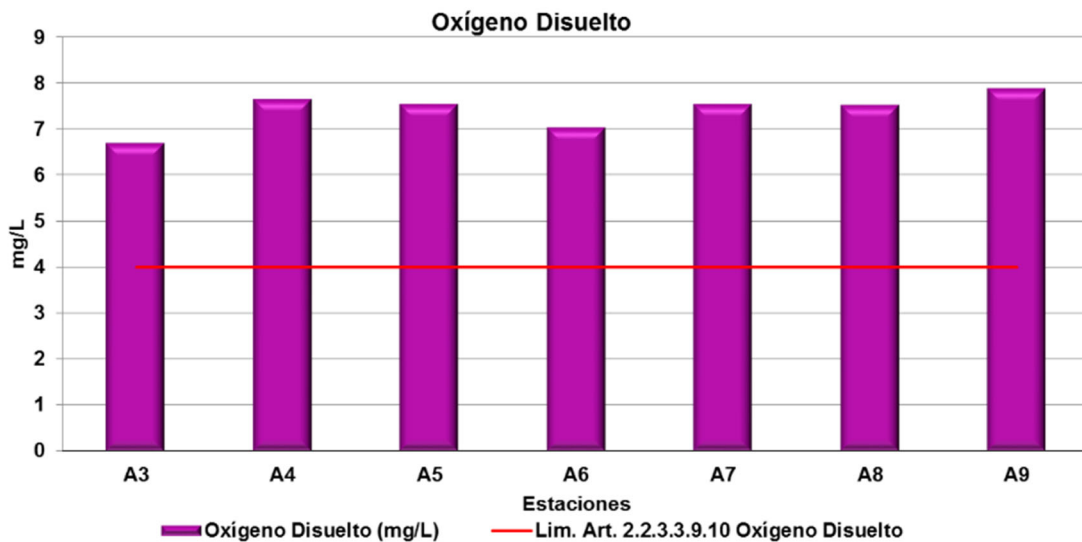




Figura No. 5.175 Comportamiento Oxígeno Disuelto – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

Por otro lado, los porcentajes de saturación de oxígeno en todas las estaciones registraron un rango de porcentajes comprendido entre 86,75% a 100,58 % (ver Figura No. 5.176); considerándose óptimos, ya que los valores reportados son superiores al porcentaje mínimo aceptable, el cual es de 70%; de acuerdo con lo anterior se puede establecer que el ecosistema marino posee condiciones favorables para la supervivencia de la especie y los procesos biológicos de reproducción. Los porcentajes registrados cumplen a cabalidad con

²⁴² COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Op Cit. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 345 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

lo establecido en el Decreto 1076 de 2015²⁴³, Capítulo 3, Sección 9, artículos 2.2.3.3.9.7 (Criterios de Calidad para fines recreativos mediante contacto primario) y 2.2.3.3.9.8 (Criterios de Calidad para fines recreativos mediante contacto secundario).

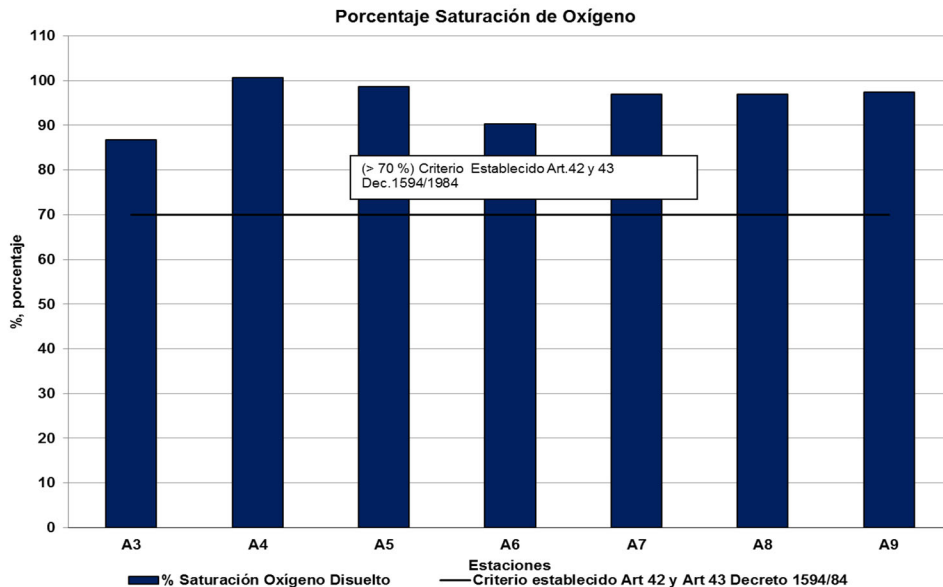




Figura No. 5.176 % Saturación de Oxígeno Disuelto – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Conductividad

Las conductividades registradas en las estaciones de Bahía Colombia, se encontraron en un rango entre 6,60 mS/cm a 28,0 mS/cm con un promedio de 17,1 mS/cm, considerándose estos valores acordes con las características del agua, de forma gráfica se presenta en la Figura No. 5.177. Según (Rodier 2009²⁴⁴) presenta un grado de mineralización elevada al registrar conductividades superiores a 10 mS/cm; estos valores se asocian al contenido de iones como cloruros, sulfatos, Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos presentes en el agua.

²⁴³ Ibíd.

²⁴⁴ RODIER, 2009. Op Cit.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 346 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

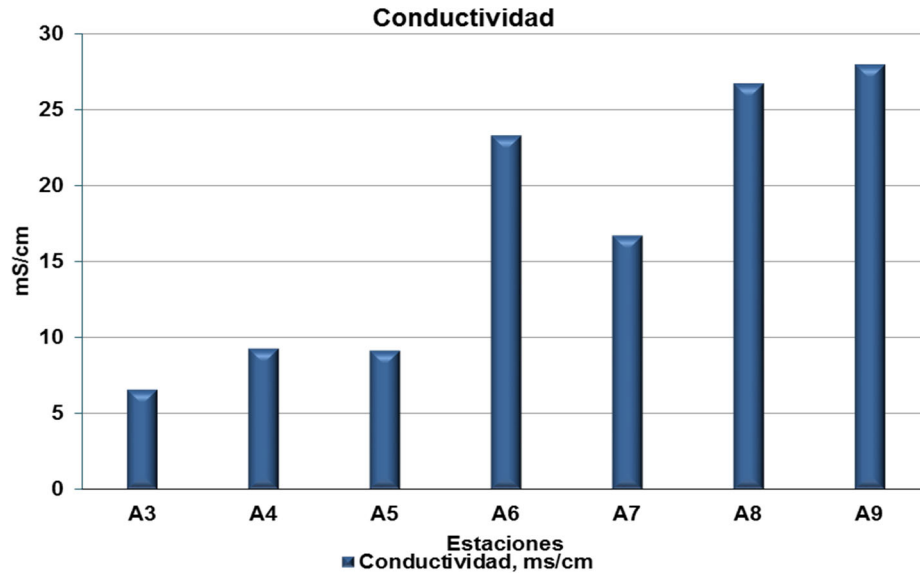




Figura No. 5.177 Comportamiento Conductividad – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Acidez y alcalinidad

El análisis de Acidez Total y Alcalinidad Total permite determinar si el agua posee una capacidad considerablemente superior para neutralizar ácidos. De acuerdo con los resultados reportados para Bahía Colombia, el rango de valores para la acidez total se encontró entre 5,6 mg CaCO₃/L y 10 mg CaCO₃/L, y un promedio de 7,03 mg CaCO₃/L. El comportamiento de las sustancias alcalinas difirió, reportando concentraciones entre 56 mg/L y 113 mg/L con un promedio de 71,28 mg/L.

Con respecto a los resultados obtenidos para los parámetros de acidez y alcalinidad, se puede apreciar que hay una mayor capacidad del agua para neutralizar sustancias acidas presentes en el agua marina. El comportamiento de estos dos parámetros se puede apreciar en la Figura No. 5.178.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 347 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

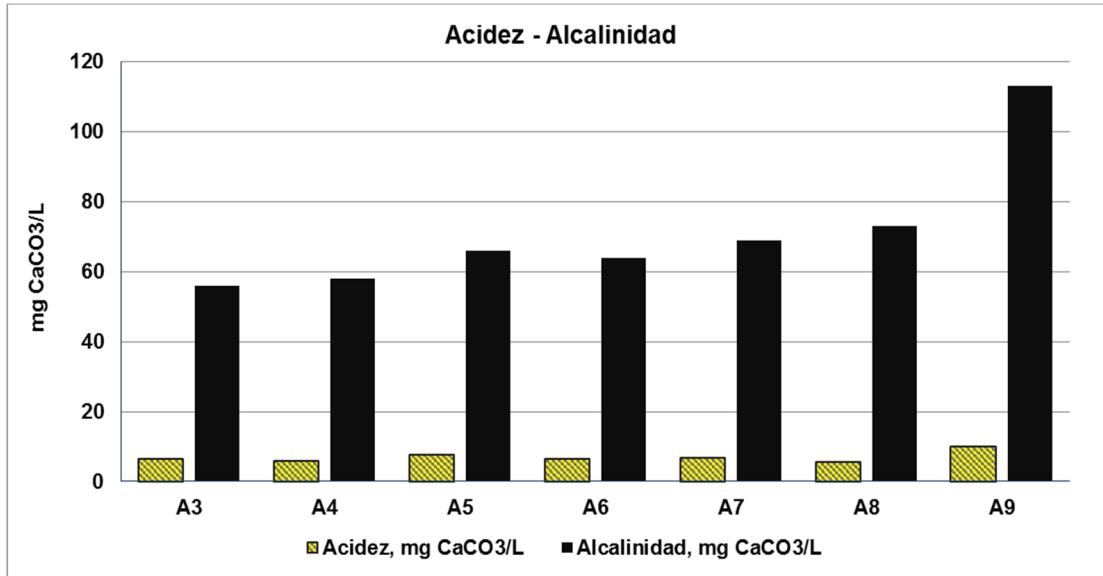




Figura No. 5.178 Comportamiento de la Acidez y Alcalinidad
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Dureza total

La dureza total determinada en las estaciones de muestreo en Bahía Colombia, arrojaron valores considerablemente elevados, lo que permite establecer que hay abundancia de compuestos asociados a los iones Ca^{++} y Mg^{+} . El rango en el cual se encuentran los valores de este parámetro va desde 977 mg CaCO_3/L hasta 4.130 mg CaCO_3/L , con un promedio de 2.641 mg CaCO_3/L . Como parte de la dureza total, la dureza cálcica reporto en proporción valores que representan aproximadamente el 50% de la dureza total, con un rango de concentraciones de 748 mg CaCO_3/L a 3470 mg CaCO_3/L , y un promedio de 1.791,1 mg CaCO_3/L . (Ver Figura No. 5.179)

La estación que reportó los valores más elevados de dureza total y dureza cálcica fue la A9, con 4.130 mg CaCO_3/L y 3.470 mg CaCO_3/L , respectivamente. Por otra parte la estación con las menores concentraciones de dureza total y dureza cálcica fue A3, con valores de 977 mg CaCO_3/L y 478 mg CaCO_3/L , respectivamente.

Con relación a lo anterior, se puede establecer una relación de la dureza total con la alcalinidad, ya que al presentar valores menores, esta última, puede estar mayormente

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 348 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

representada por compuestos carbonatados asociados al calcio, que de acuerdo con el pH podrían ser principalmente bicarbonatos.

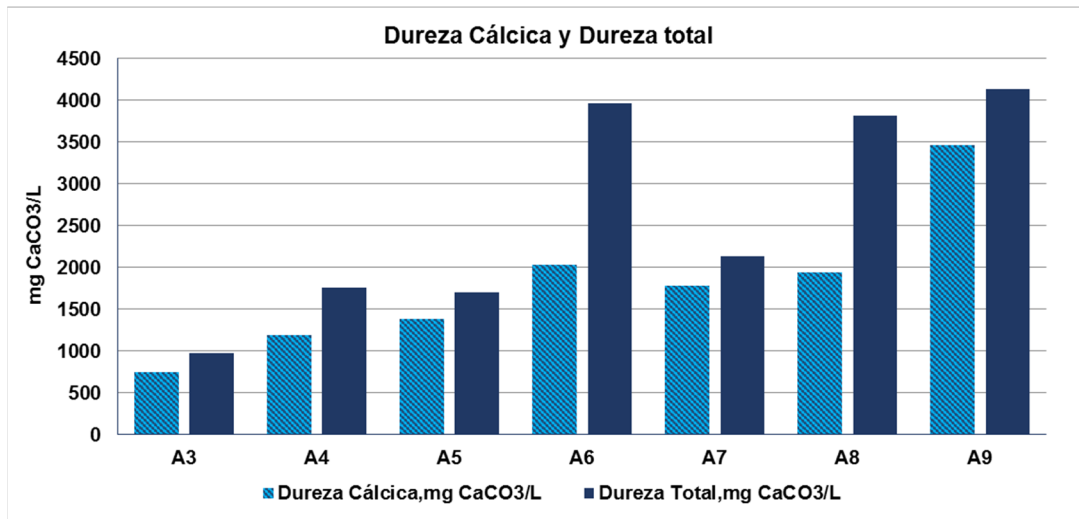




Figura No. 5.179 Comportamiento de la Dureza Total y la Dureza Cálctica
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Color verdadero

Parámetros físicos del agua como el color verdadero y la turbiedad, reportaron valores importantes, así como también similares entre 6 (seis) de los 7 (siete) puntos monitoreados, como se puede observar en la Figura No. 5.180 y la Figura No. 5.181.

El color verdadero presentó valores dentro de un rango comprendido entre 13 a 22 UPC y un promedio de 17 UPC, con el mayor valor en la estación A3. Lo anterior, guarda coherencia con los resultados obtenidos para turbiedad, ya que para el análisis de color verdadero, las muestras son filtradas, removiendo los sólidos suspendidos del agua, permaneciendo los sólidos disueltos.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 349 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

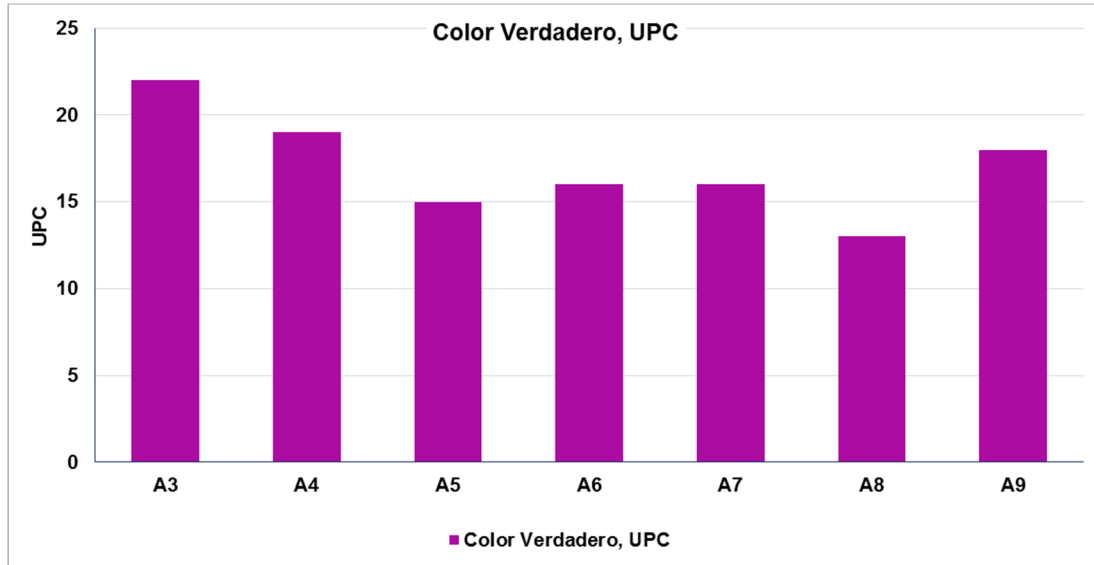




Figura No. 5.180 Comportamiento Color Verdadero – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Turbiedad

En cuanto a la turbiedad reportada en Bahía Colombia, los valores oscilaron entre 2,01 NTU y 42,3 NTU con un promedio de 9,66 NTU, reportado este último en la estación A3, lo que reduce la transparencia del agua. Se puede observar que el comportamiento de la turbiedad guarda similitud con el comportamiento del color verdadero, ya que para los puntos A4, A5, A6, A7, A8 y A9 la variabilidad en los valores no es representativa. De acuerdo con la ubicación de la estación A3, se puede asociar la turbiedad y color verdadero en el agua marina por la cercanía de la desembocadura del río León a Bahía Colombia, el cual aporta diferentes contaminantes que son arrastrados por las corrientes y condiciones climáticas de la zona (ver Figura No. 5.181).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 350 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

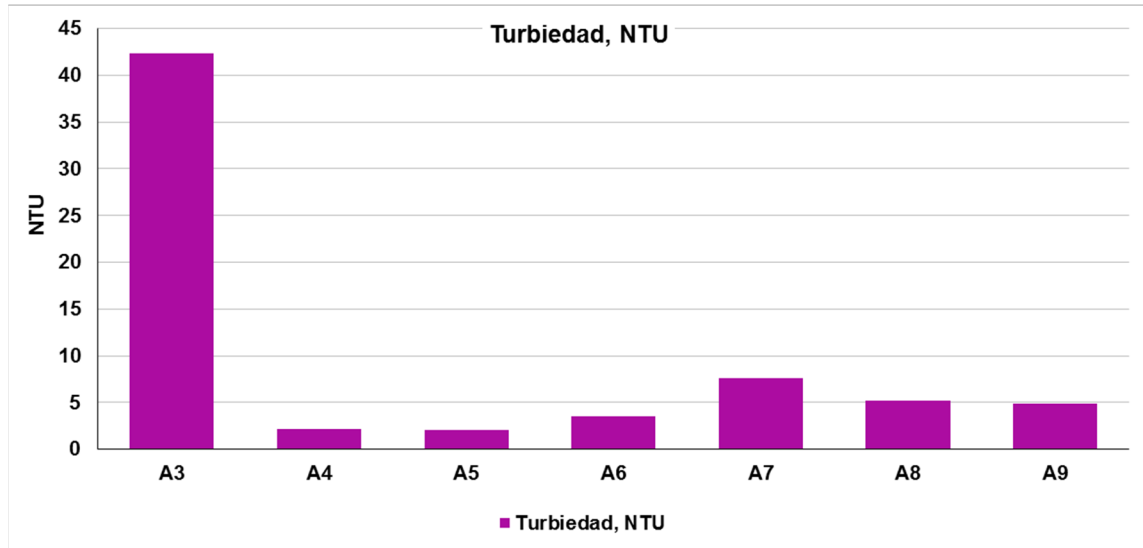




Figura No. 5.181 Comportamiento Turbiedad – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

De acuerdo con los resultados de calidad del agua marina en Bahía Colombia, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) reportó valores dentro de un rango desde <2 mg O₂/L, (estaciones A4, A5, A6 y A9) hasta 10 mg/L O₂ (estaciones A3 y A7), por su parte la estación A8 reportó un valor de 4,5 mg O₂/L. En general el comportamiento de este parámetro no es desfavorable, ya que no se presentaron variaciones significativas en los resultados obtenidos.

En cuanto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO), se reportaron valores entre <10 mg/L O₂ a 24 mg/L O₂. En la mayoría de las estaciones se registraron valores inferiores al límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio (<10 mg/L O₂), como es el caso de A4, A5, A6 y A9, guardando esto concordancia con el parámetro anterior; la estación A8 reportó un valor de 11 mg/L O₂. Las estaciones con las mayores demandas de oxígeno fueron A3 y A7 que reportaron 24 mg/L O₂ y 23 mg/L O₂, asociado esto con la presencia de sustancias orgánicas que para su degradación requieren oxidación química, probablemente compuestos sintéticos, cuya degradación natural puede demandar largos periodos de tiempo (ver Figura No. 5.182).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 351 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

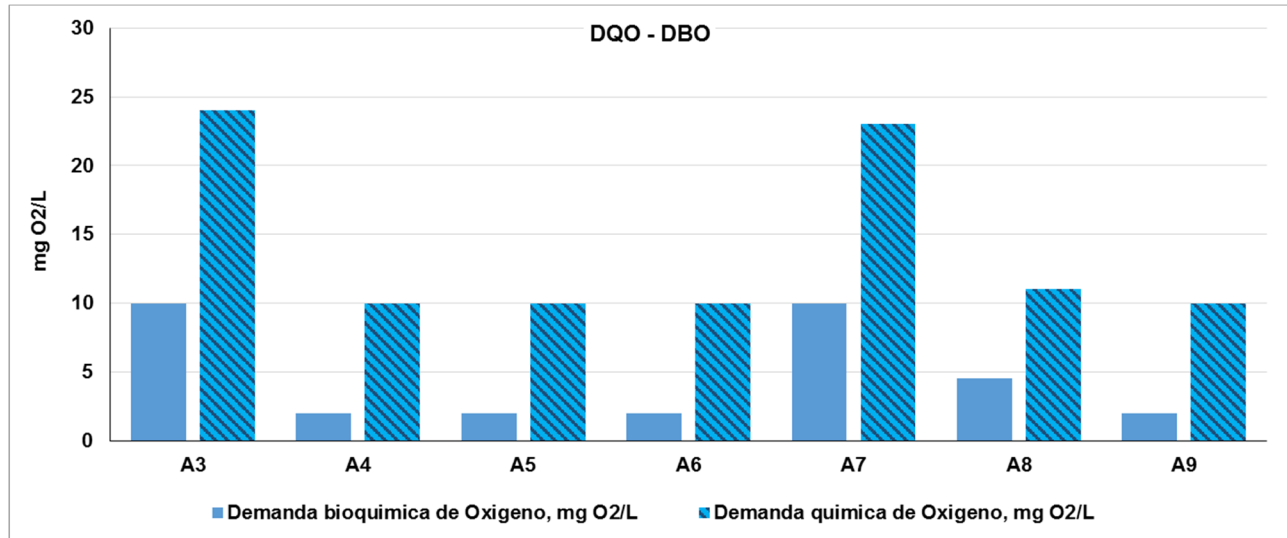




Figura No. 5.182 Comportamiento DBO5-DQO – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Detergentes, Fenoles Totales, Nitrógeno Total, Grasas y Aceites e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares

Parámetros como Detergentes, Fenoles Totales, Nitrógeno Total, Grasas y Aceites e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares, reportaron concentraciones menores al límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio, en todas las estaciones de muestreo evaluados en el sector Bahía Colombia en el Golfo de Urabá, como se puede observar en la Tabla No. 5.62, por lo cual se puede inferir que la presencia de estos contaminantes en el agua marina en esta área de estudio es muy baja, cuyas concentraciones son del orden de las trazas y no generan afectación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua.

Con respecto al cumplimiento normativo, el Decreto 1076 de 2015²⁴⁵, Capítulo 3, Sección 9 solo establece un límite permisible para los fenoles totales en el artículo 2.2.3.3.9.7 (Criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario) en lo que se refiere a este parámetro, permitiendo establecer su total cumplimiento.

²⁴⁵ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Op Cit. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 352 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Fosforo Total

El Fosforo Total generalmente se encuentra en aguas naturales como Fosfatos; el cual es utilizado por las plantas para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidades excesivas inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Las concentraciones reportadas en los puntos de agua marina oscilaron entre 0,030 mg/L a 0,2 mg/L, siendo acordes con las características del agua monitoreada. Es importante mencionar que los artículos en comparación no establecen restricciones en la presencia de estos parámetros (ver Figura No. 5.183).

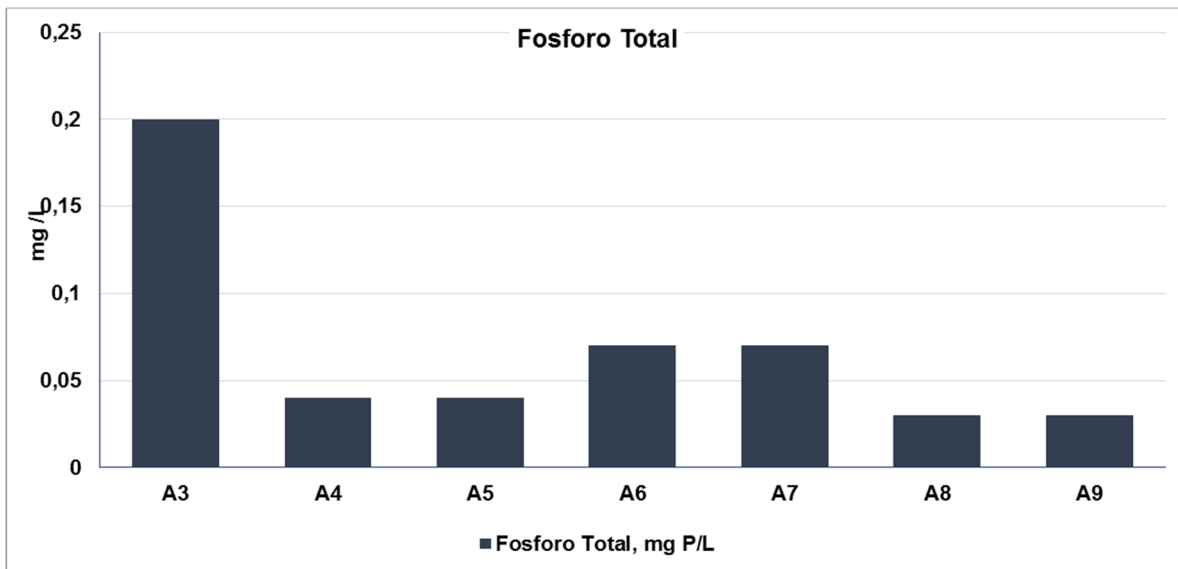




Figura No. 5.183 Comportamiento Fosforo Total – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 353 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ **Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Suspendidos Totales y Sólidos Sedimentables**

Lo sólidos producen alteración en el desarrollo de los estados tempranos de los peces, al modificar los movimientos natural y migración igualmente, reducen la abundancia de alimentos e inciden sobre la productividad primaria del sistema²⁴⁶.



Los sólidos suspendidos totales se consideran indicador de la calidad del agua; los cuales se generan de forma natural y por actividades antrópicas; las concentraciones oscilaron entre 5,1 mg/L a 85 mg/L , la máxima concentración se registró en la estación identificada A3 y la mínima en la estación A5. Los resultados tienen relación con la turbidez del agua, el cual presentó la mayor concentración en la estación A3, siendo esta estación la más cercana a la desembocadura del río León en Bahía Colombia, el cual podría asociarse a la carga contaminante que arrastra el río aguas arriba por las actividades antrópicas y procesos erosivos de la zona (ver Figura No. 5.184).

Los sólidos disueltos totales comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua²⁴⁷. Los valores reportados oscilaron entre 7.390 mg/L a 21.000 mg/L respectivamente con un promedio de 13.330 mg/L, para culminar, los sólidos Sedimentables registraron en la mayoría el límite de detección de la técnica analítica empleada para su análisis. En la Figura No. 5.184 se ilustra el comportamiento registrado. Es importante mencionar que los parámetros en mención no se establecen un límite permisible en el Decreto 1076 del 2015²⁴⁸.

²⁴⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE, E. (s.f.) Anexo I, Libro VI, De la Calidad Ambiental. En E. Ministerio de Ambiente, Norma de Calidad Ambiental y la Descarga de Efluentes. 2001.. 301 – 303 p.

²⁴⁷ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD –OMS. Guía para la calidad del agua potable. 2003. (En línea). <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf> (Consultado 11, septiembre, 2015)

²⁴⁸ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 (mayo, 26, 2015). Op Cit. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 354 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

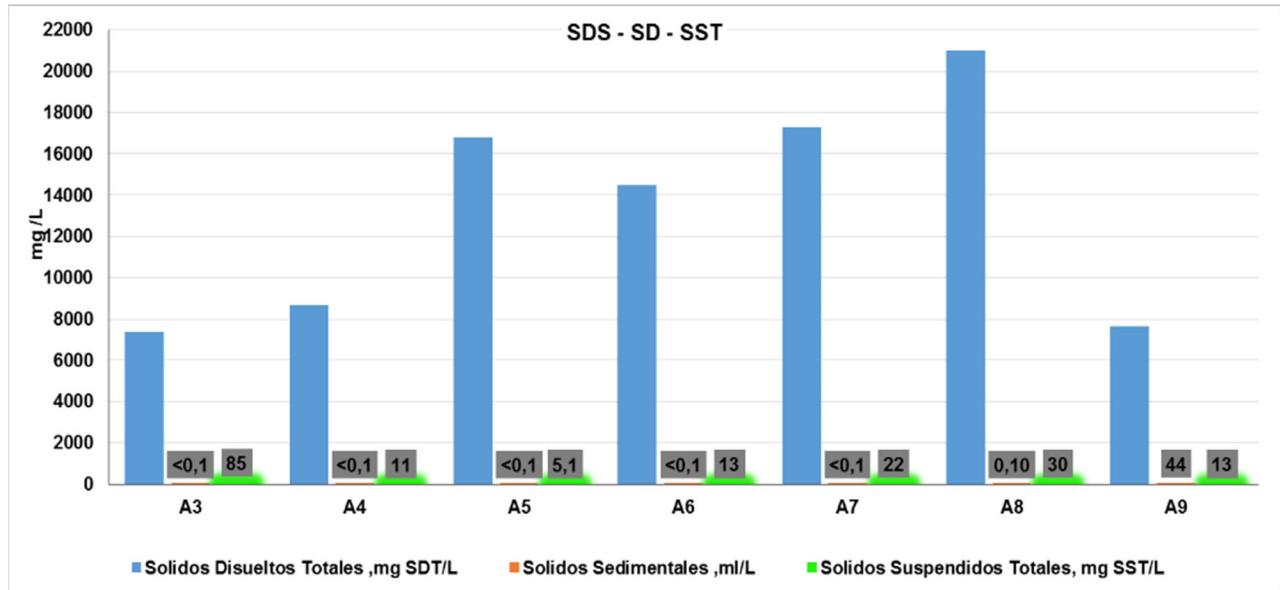




Figura No. 5.184 Comportamiento Solidos – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Coliformes Totales y Fecales

Las bacterias pertenecientes al grupo de los Coliformes totales (excluida E. coli) están presentes tanto en aguas residuales como en aguas naturales. Las concentraciones reportadas para coliformes totales en Bahía Colombia oscilaron entre 2.489 NMP/100 ml y valores superiores a limite de cuantificación de la tecnica analitica empleada por el laboratorio para su analisis; en cuanto a los coliformes fecales indicador de contaminacion de origen fecal, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano, registraron concentraciones entre 1,0 NMP/100 ml a 4.730.000 NMP/100 ml; siendo la maxima concentración en la estación A9, este comportamiento se asocia posiblemente a descargas de aguas residuales al ecosistema marino y posibles aportes del río Atrato el cual es la estación más cercana a la desembocadura de uno de los rios mas importantes en el Golfo de Urabá (ver Figura No. 5.185).

Con respecto al cumplimiento normativo los Coliformes Totales superan los valores establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 2015²⁴⁹ a

²⁴⁹ Ibid.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 355 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

excepción de las estaciones A3 y A4 que registraron valores inferiores al artículo 2.2.3.3.9.8 (Criterios de Calidad para fines recreativos mediante contacto secundario).

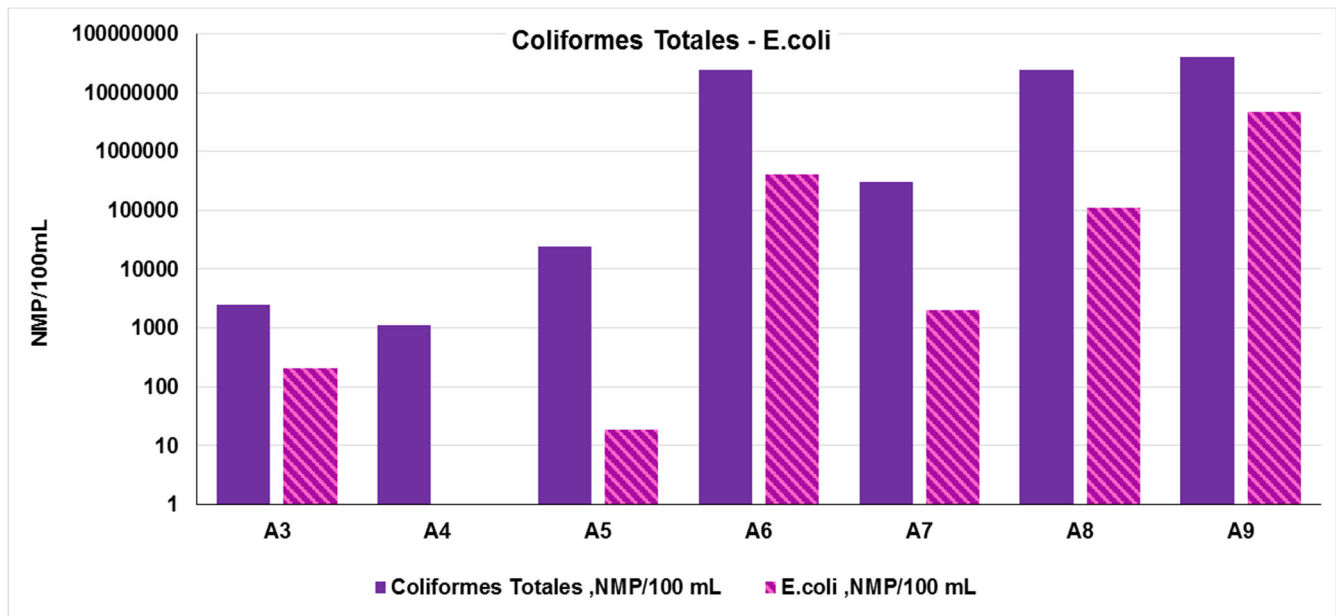




Figura No. 5.185 Comportamiento Coliformes totales y E coli – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Trazas de metales pesados

Los metales pesados se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos, pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas; pasar a la atmosfera por volatilización y movilizarse hacia el agua superficial o subterránea. No son degradados fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos²⁵⁰.

De acuerdo con los resultados en las estaciones de Bahía Colombia, los metales pesados Bario, Cadmio, Plata y Plomo registraron concentraciones menores al límite de detección de

²⁵⁰ MANCILLA VILLA Óscar Raúl, H. M.–E.–A.–M.–B.–O. Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz, Méxic. Mexico, 2012.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 356 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

la técnica analítica reafirmando que la presencia de estos compuestos en el agua marina es casi nula y no afectan las características fisicoquímicas del sistema; en el caso de los metales como el Cobre, Cromo, Níquel, Arsénico y Mercurio, reportaron concentraciones bajas y en algunas estaciones menores al límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio.

Por otra parte, el parámetro de Selenio registró concentraciones entre 0,142 mg /L a 0,39 mg /L y para el caso del Zinc registró valores que oscilan entre 0,06 mg /L a 0,47 mg /L en la Figura No. 5.186 y Figura No. 5.187 se ilustra dicho comportamiento.

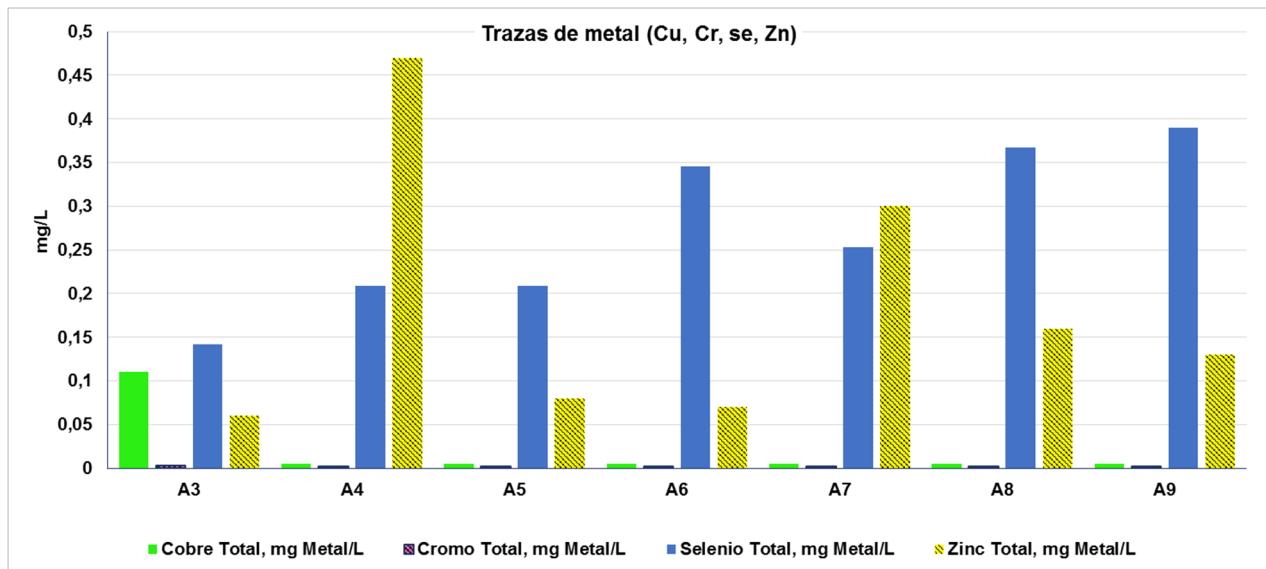




Figura No. 5.186 Comportamiento Metales – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 357 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

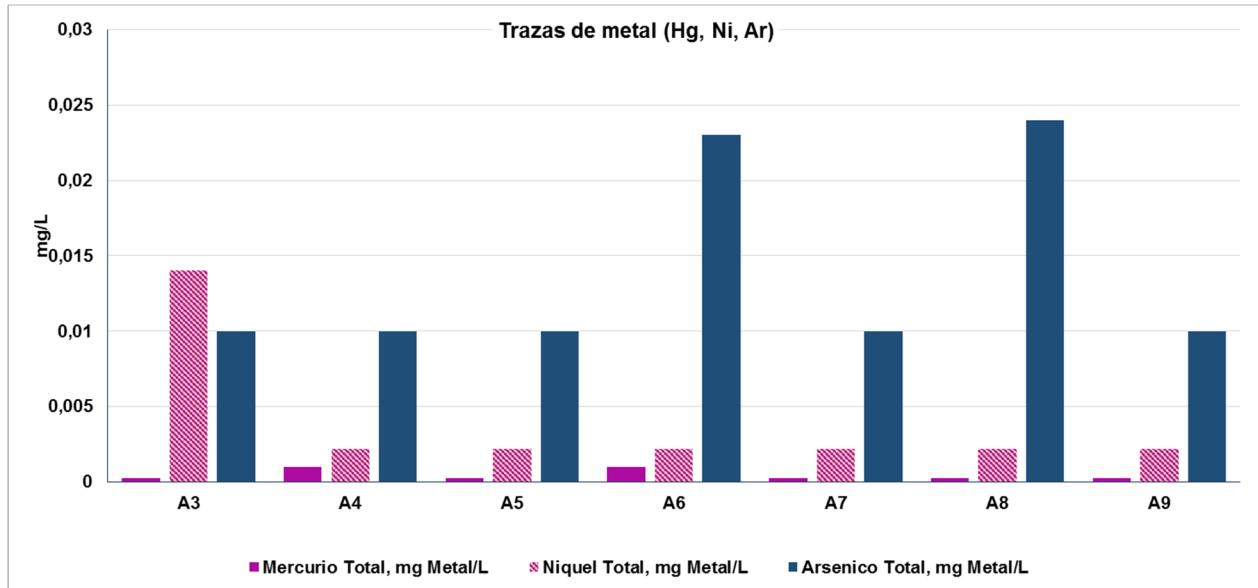




Figura No. 5.187 Comportamiento Metales – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015

❖ Clorofila

La evaluación del contenido de clorofila-a es desde hace varios años un parámetro de importancia para una gran variedad de estudios. Se han realizado, principalmente, trabajos relacionados con la calidad del agua en los que el contenido de clorofila-a en estuarios es utilizado como índice de las condiciones tróficas²⁵¹. Asimismo, existe una gran cantidad de información referente al uso de concentraciones de clorofila-a para la estimación de la productividad primaria de ecosistemas marinos²⁵², las concentraciones de Clorofila A oscilaron entre 1,13 mg/m³ a 19,1 mg/m³, para el caso de la Clorofila B se registró un valor entre 1,84 mg/m³ a 31,2 mg/m³ respectivamente. En la Figura No. 5.188 se ilustra dicho comportamiento.

²⁵¹ ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY- EPA. Chesapeake Bay Program Office. Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen, Water Clarity and Chlorophyll- a for the Chesapeake Bay and it's tidal tributaries. Annapolis Mariland, 2003. 101-137 p.

²⁵² MILLÁN-NÚÑEZ. R, E. SANTAMARÍA del Ángel, R. CAJAL-Medrano and O. BAROCIO-León. The Colorado River Delta: a High Primary Productivity Ecosystem. Ciencias Marinas, 25 (4), 1999. 509-524 P.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 358 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

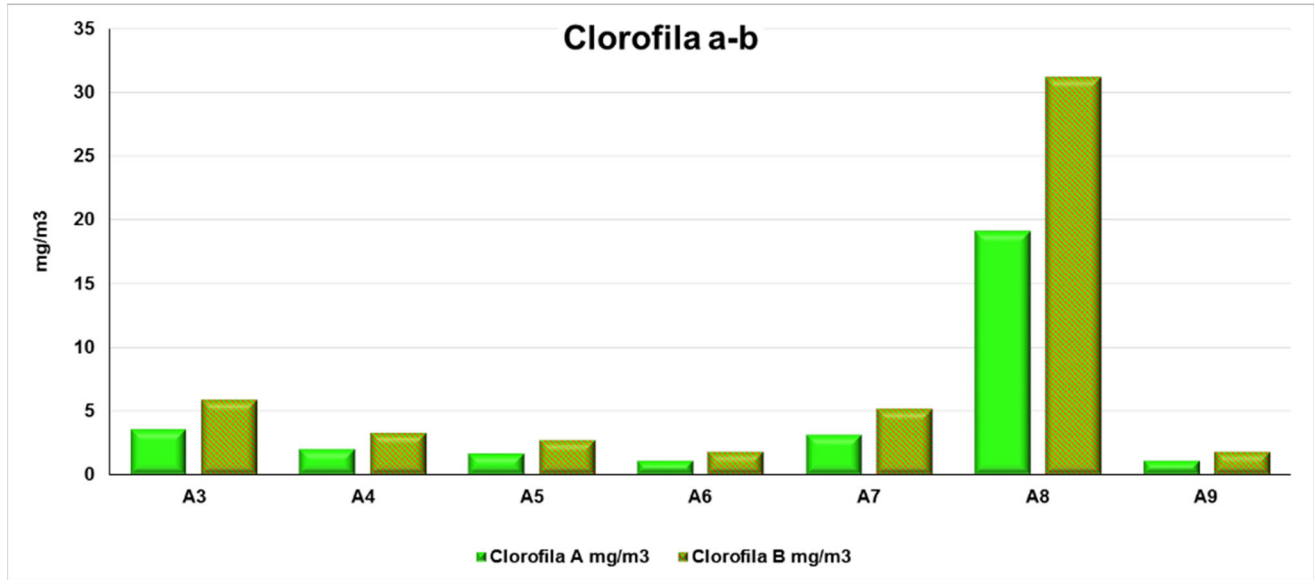


Figura No. 5.188 Comportamiento Clorofila – Agua Marina
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015 con resultados de SGS S.A.S, 2015



- Comparación con la norma nacional e internacional

❖ Norma nacional – Decreto 1076 de 2015

Se realizó la comparación con la normatividad colombiana, donde establece los límites permisibles de la calidad del agua marina o estuarina para la destinación del recurso en diferentes usos, de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015²⁵³ el cual es un Decreto Único reglamentario del Sector Ambiental y Desarrollo Sostenible, en el Capítulo 3, Sección 9 Disposiciones transitorias para los usos del agua y los criterios de calidad para los usos, en los siguientes artículos:

- Artículo 2.2.3.3.9.7. Fines recreativos – contacto primario.
- Artículo 2.2.3.3.9.8. Fines recreativos – contacto secundario.
- Artículo 2.2.3.3.9.10. Criterios de calidad para preservación de flora y fauna

253 Ibid.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACIÓN ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO							
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA						Página 359 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01						Revisión:	B

En la Tabla No. 5.63 y Tabla No. 5.64 se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos que aplican para los artículos antes mencionados, para la destinación del recurso para fines recreativos y para la preservación de fauna y flora.

Tabla No. 5.63 Comparación de los resultados con la norma – Punto A3 - A4 – A5- A6-

ANÁLISIS	Resultados				Decreto 1076 del 2015			CUMPLIMIENTO
					Art. 2.2.3.3.9.7	Art. 2.2.3.3.9.8	Art. 2.2.3.3.9.10	
	A3	A4	A5	A6	Fines Recreativos - Contacto primario	Fines Recreativos - Contacto secundario	Preservación de Flora y Fauna	
pH, unidades	6,69	7,08	6,84	7,79	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	Cumple
Oxígeno Disuelto, mg/L	6,67	7,64	7,54	7,02	N.E.	N.E.	> 4,0	Cumple
% Saturación Oxígeno Disuelto *	86,8	100,6	98,6	90,4	70%	70%	N.E.	Cumple
Coliformes Totales, NMP/ 100 ml	2.489	1.119,9	>MNPC **	>MNPC **	1000	5000	N.E.	A3 y A4 No Cumplen Art. 2.2.3.3.9.7. A5, A6 No cumple ningún artículo

* Determinado para una altitud de 2 msnm y la respectiva medición en campo de Temperatura y Oxígeno Disuelto

** >MNPC : Muy numeroso para contar. El resultado es >24196.



N.E.: No Específica

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Tabla No. 5.64 Comparación de los resultados con la norma– Punto A7- A8 – A9

ANÁLISIS	Resultados			Decreto 1076 del 2015			CUMPLIMIENTO
				Art. 2.2.3.3.9.7	Art. 2.2.3.3.9.8	Art. 2.2.3.3.9.10	
	A7	A8	A9	Fines Recreativos - Contacto primario	Fines Recreativos - Contacto secundario	Preservación de Flora y Fauna	
pH, unidades	7,58	7,56	8,10	5,0 - 9,0	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	Cumple
Oxígeno Disuelto, mg/L	7,52	7,50	7,48	N.E.	N.E.	> 4,0	Cumple
% Saturación Oxígeno Disuelto *	97,0	96,9	97,5	70%	70%	N.E.	Cumple

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACIÓN ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 360 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

ANÁLISIS	Resultados			Decreto 1076 del 2015			CUMPLIMIENTO
Coliformes Totales, NMP/100 ml	307.600	>MNPC**	41060000	1000	5000	N.E.	No cumple

* Determinado para una altitud de 2 msnm y la respectiva medición en campo de Temperatura y Oxígeno Disuelto

** >MNPC : Muy numeroso para contar. El resultado es >24196. Dilución 10-3

N.E.: No Específica

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

De los resultados anteriores, se puede concluir que la calidad del agua marina en Bahía Colombia en las estaciones analizadas para el área de estudio del proyecto, cumple con lo estipulado para la destinación del recurso para la preservación de flora y fauna de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 2.2.3.3.9.10 del Decreto 1076 de 2015²⁵⁴. Lo que indica, que la calidad actual del agua marina no presenta condiciones desfavorables para la vida acuática.

Sin embargo, las concentraciones de coliformes totales en el agua marina sobrepasan los límites permisibles para la destinación del recurso para fines recreativos con contacto primario y secundario (Artículos 2.2.3.3.9.7 y 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 de 2015), estos resultados se esperaba, puesto que Bahía Colombia esta influenciada por descargas de los cauces como el río Atrato y el río León, los cuales son afluentes importantes en la zona que contienen descargas de asentamiento humanos sin previo tratamiento, adicionalmente es una zona donde se desarrolla la agricultura tipo exportación que por escorrentía llegan contaminantes a la bahía.

❖ Normas internacionales

Dado que la normatividad colombiana no establece límites permisibles para algunos parámetros, se realizó el análisis de la calidad del agua marina o estuarina en especial para los metales con la norma canadiense y ecuatoriana:

- La Canadian water Quality Guidelines for the Protection of Protection of aquatic life²⁵⁵
- La Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de afluentes: Recurso Agua – Libro VI Anexo 1 (TULAS- Ecuador)²⁵⁶.



²⁵⁴ Ibid.

²⁵⁵ CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT – CCME. 1999. Op Cit.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO

[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 361 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

En la Tabla No. 5.65 Tabla No. 5.63 y Tabla No. 5.66 se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos especialmente las trazas de metales que aplican para las normas antes mencionadas, para destinación del recurso como de prevención de fauna y flora y protección de la vida acuática.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Página 362 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01			Revisión: B

Tabla No. 5.65 Comparación de los resultados con las normas extranjeras de referencia - A3, A4 - A5 y A6

ANÁLISIS	Resultados				Norma de Calidad Ambiental y Descarga TULAS- Agua marina y de estuario Uso de Preservación de Fauna y Flora	Norma Canadiense Protección de la Vida Acuática Largo plazo	CUMPLIMIENTO
	A3	A4	A5	A6			
Bario Total, mg Metal/L	<0,0855	<0,0855	<0,0855	<0,0855	1,0	N.E.	Cumplen
Cadmio Total, mg Metal/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	0,00012	Cumplen Norma TULAS. Con respecto Norma Canadiense no se determina.**
Cobre Total, mg Metal/L	0,11	<0,0049	<0,0049	<0,0049	0,05	N.E.	A4 - A5-A6 Cumplen Norma TULAS. A3 No Cumple Norma TULAS.
Cromo Total, mg Metal/L	0,003	<0,0026	<0,0026	<0,0026	0,05	N.E.	Cumplen Norma TULAS
Mercurio Total, mg Metal/L	<0,00027	0,001	<0,00027	0,001	0,0001	0,000016	A4, A6 No Cumplen Norma Canadiense A4, A6 No Cumplen Norma TULAS.
Níquel Total, mg Metal/L	0,014	<0,0022	<0,0022	<0,0022	0,1	N.E.	Cumplen Norma TULAS
Plata Total, mg Metal/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,005	N.E.	Cumplen Norma TULAS
Plomo Total, mg Metal/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	N.E.	Cumplen Norma TULAS
Selenio Total, mg Metal/L	0,142	0,209	0,209	0,346	0,01	N.E.	No Cumplen TULAS
Arsénico Total, mg Metal/L	<0,010	<0,010	<0,010	0,023	0,05	0,0125	A3, A4, A5 y A6 Cumplen TULAS A6 No Cumple Norma Canadiense
Zinc Total, mg Metal/L	0,06	0,47	0,08	0,07	0,17	N.E.	A4 no Cumple TULAS.
Grasas y Aceites, mg GyA/L	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,3	N.E.	No Determinado

**El límite de detección de la técnica analítica es mayor al límite normativo, por tanto no se puede determinar si el parámetro cumple o no.

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Página 363 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01			Revisión:

Tabla No. 5.66 Comparación de los resultados con las normas extranjeras de referencia – A7 -A8 y A9

ANÁLISIS	Resultados			Norma de Calidad Ambiental y Descarga TULAS	Norma Canadiense Protección de la Vida Acuática Largo plazo	CUMPLIMIENTO
	A7	A8	A9	Uso de Preservación de Fauna y Flora		
Bario Total, mg Metal/L	<0,0855	<0,0855	<0,0855	1,0	N.E.	Cumplen Norma TULAS
Cadmio Total, mg Metal/L	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	0,00012	Cumplen Norma TULAS No Determinado Norma Canadiense
Cobre Total, mg Metal/L	0,005	<0,0049	<0,0049	0,05	N.E.	Cumplen Norma TULAS
Cromo Total, mg Metal/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026	0,05	N.E.	Cumplen Norma TULAS
Mercurio Total, mg Metal/L	<0,00027	<0,00027	<0,00027	0,0001	0,000016	No Determinado
Níquel Total, mg Metal/L	<0,0022	<0,0022	<0,0022	0,1	N.E.	Cumplen
Plata Total, mg Metal/L	<0,0004	<0,0004	<0,0004	0,005	N.E.	Cumplen
Plomo Total, mg Metal/L	<0,004	<0,004	<0,004	0,01	N.E.	Cumplen
Selenio Total, mg Metal/L	0,253	0,367	0,39	0,01	N.E.	No Cumplen Norma TULAS
Arsénico Total, mg Metal/L	<0,010	0,024	<0,010	0,05	0,0125	A7, A8 y A9 Cumplen Norma TULAS A8 No Cumplen Norma Canadiense
Zinc Total, mg Metal/L	0,30	0,16	0,13	0,17	N.E.	A7 No Cumplen Tulas
Grasas y Aceites, mg GyA/L	<0,8	<0,8	<0,8	0,3	N.E.	No Determinado

**El límite de detección de la técnica analítica es mayor al límite normativo, por tanto no se puede determinar si el parámetro cumple o no.

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 364 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Índice de calidad del agua marina y costera - ICAM

De acuerdo con la información obtenida en los resultados de análisis de las estaciones muestreadas en Bahía Colombia, se emplearon algunos parámetros para calcular el Índice de Calidad del Agua Marina y Costera – ICAM el cual es una herramienta estadística que permite evaluar los cambios del estado de la calidad del agua marina y costera, mediante una ecuación algebraica que califica cada parámetro mediante las curvas ajustadas, dando lugar al indicador aplicado a Sustrato de Agua Marina, de acuerdo con la metodología presentada en el Capítulo 2 Generalidades del presente estudio.

En este sentido, en la Tabla No. 5.67 a la Tabla No. 5.73 se presentan los resultados obtenidos en las curvas ajustadas para cada parámetro y el indicador aplicado a Sustrato de Agua Marina para cada estación de muestreo en la Bahía Colombia en el Golfo de Urabá.

Es de mencionar que para el cálculo del índice, no se contó con los ocho (8) parámetros requeridos para el cálculo para una confiabilidad del 100%, sin embargo se calculó el índice con cuatro (4) parámetros como el oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, pH y DBO, para una confiabilidad del resultado del 53%. Los demás parámetros como los coliformes termotolerantes, fosfatos, nitratos e hidrocarburos disueltos y dispersos no se solicitaron al laboratorio, ya que dichos parámetros no los requerían los términos de referencia²⁵⁷ para el proyecto.

Tabla No. 5.67 Resultados de Análisis de indicadores – Estación A3.

Estación A3					
Parámetro	Unidades	Resultado	Valor de Calidad	Calificación Valor Ajustado	Sumatoria Índice
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,67	86,13	Adecuada	9,28 PESIMA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	85	40,05	Inadecuada	
pH	Unidades	6,69	55,07	Aceptable	

²⁵⁷ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución no. 0112 (28, enero, 2015). Op Cit. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO [Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Página 365 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01			Revisión: B

Estación A3					
DBO	mg/L	10,0	0,03	Pésima	

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Tabla No. 5.68 Resultados de Análisis de indicadores – Estación A4.

Estación A4					
Parámetro	Unidades	Resultado	Valor de Calidad	Calificación Valor Ajustado	Sumatoria Índice
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,64	96,07	Optima	77,66 ADECUADA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	11	85,94	Adecuada	
pH	Unidades	7,08	75,74	Adecuada	
DBO	mg/L	2	55,72	Aceptable	

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Tabla No. 5.69 Resultados de Análisis de indicadores – Estación A5.

Estación A5					
Parámetro	Unidades	Resultado	Valor de Calidad	Calificación Valor Ajustado	Sumatoria Índice
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,54	95,23	Optima	75,51 ADECUADA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	5,1	92,03	Optima	
pH	Unidades	6,84	63,19	Aceptable	
DBO	mg/L	2,0	55,72	Aceptable	

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Tabla No. 5.70 Resultados de Análisis de indicadores – Estación A6.

Estación A6					
Parámetro	Unidades	Resultado	Valor de Calidad	Calificación Valor Ajustado	Sumatoria Índice
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,02	90,14	Optima	79,93 ADECUADA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	13	84,06	Adecuada	
pH	Unidades	7,79	95,73	Optima	
DBO	mg/L	2,0	55,72	Aceptable	

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO				
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Página 366 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01			Revisión:	B

Tabla No. 5.71 Resultados de Análisis de indicadores – Estación A7.

Estación A7					
Parámetro	Unidades	Resultado	Valor de Calidad	Calificación Valor Ajustado	Sumatoria Índice
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,52	95,05	Optima	12,49 PESIMA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	22	76,32	Adecuada	
pH	Unidades	7,58	93,82	Optima	
DBO	mg/L	10,0	0,03	Pésima	

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Tabla No. 5.72 Resultados de Análisis de indicadores – Estación A8.

Estación A8					
Parámetro	Unidades	Resultado	Valor de Calidad	Calificación Valor Ajustado	Sumatoria Índice
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,50	94,88	Optima	38,95 INADECUADA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	30	70,24	Adecuada	
pH	Unidades	7,56	93,44	Optima	
DBO	mg/L	4,5	3,37	Pésima	

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Tabla No. 5.73 Resultados de Análisis de indicadores – Estación A9.

Estación A9					
Parámetro	Unidades	Resultado	Valor de Calidad	Calificación Valor Ajustado	Sumatoria Índice
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,48	94,7	Optima	80,21 ADECUADA
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	13	84,06	Adecuada	
pH	Unidades	8,10	91,03	Optima	
DBO	mg/L	2,0	55,72	Aceptable	

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 367 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

De acuerdo con los resultados obtenidos al calcular el Índice de Calidad de Agua Marina (ICAM), se evidenció que de las siete (7) muestras evaluadas, dos (2) de estas obtuvieron un indicador de calidad PESIMO (A3, y A7), una (1) obtuvo una clasificación INADECUADA (A8) y finalmente cuatro (4) obtuvieron clasificación ADECUADA, como se puede observar en la Figura No. 5.189.

Por otro lado el análisis permite afirmar que el parámetro de mayor relevancia, por presentar concentraciones inadecuadas fue la Demanda Bioquímica de Oxígeno y sólidos suspendidos totales, lo cual podría estar asociado con contaminación de tipo orgánica y sedimentos, probablemente por los vertimientos domésticos y arrastres de sedimentos realizados a la bahía provenientes del río Atrato y río León, siendo estos los afluentes principales en Bahía Colombia. Sin embargo, estos resultados del índice tienen una confianza del 53% por la cantidad de variables analizadas para el cálculo de dicho índice, puesto que no se contaba con todas las concentraciones de las variables requeridas para una confianza del 100%.

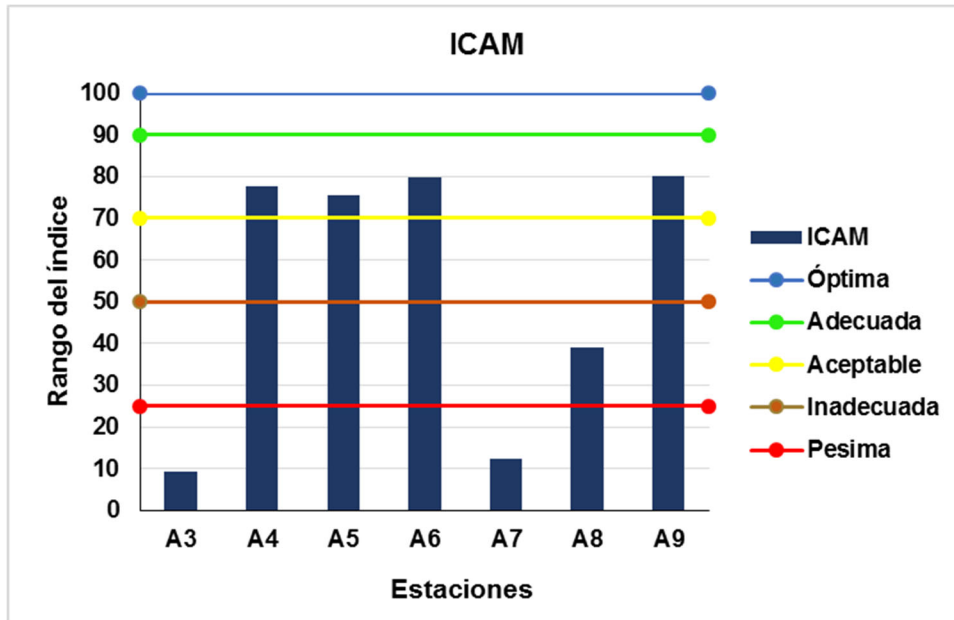




Figura No. 5.189 Índice de Calidad del Agua Marina y Costera – ICAM
Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 368 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Calidad de sedimentos marinos*

El monitoreo de la calidad de los sedimentos de los fondos marinos se hizo el día 7 de julio de 2015 en siete estaciones monitoreo (denominadas A3 a la A9) ubicadas en Bahía Colombia en las coordenadas que se muestran en la Tabla No. 5.14 y en la Figura No. 5.172.

- Resultados obtenidos de calidad de sedimentos marinos


Los parámetros fisicoquímicos evaluados para la caracterización de los sedimentos marinos (fracción fina del sedimento, primeros 5 cm) corresponden a los establecidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción o ampliación y operación de puertos marítimos de gran calado (M-M-INA-05)²⁵⁸.

A continuación se presentan en la Tabla No. 5.74 los resultados de los parámetros evaluados:

Tabla No. 5.74 Resultados medición de parámetros de sedimentos marinos

PARÁMETRO	Resultados de las estaciones de muestreo						
	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Carbono Orgánico Total, mg C/kg	1261	8999	11365	11233	12084	8894	9053
Fosforo total	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Granulometría, Malla N° 10, %	0,00	51,11	57,75	59,00	58,39	33,19	30,05
Granulometría, Malla N° 120, %	0,00	29,30	22,47	22,00	20,13	20,44	20,65
Granulometría, Malla N° 25, %	1,01	12,85	10,36	10,48	10,97	12,32	11,61
Granulometría, Malla N° 325, %	71,70	1,32	3,88	3,83	4,41	18,04	22,71
Granulometría, Malla N° 60, %	24,37	4,27	4,24	3,69	4,67	10,68	10,36
Granulometría, Malla N° 325 % Lo que Pasa la Malla	2,92	1,15	1,30	1,00	1,43	5,33	4,62
Grasas y Aceites, mg GYA/Kg	24	6	10	8	6	13	8
Hidrocarburos Totales, mg/kg	5	5	12	10	7	12	9
Nitrógeno Total, mg/Kg	733	2790	2070	2270	1730	1680	1690

²⁵⁸ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución no. 0112 (28, enero, 2015).Op Cit.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 369 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

PARÁMETRO	Resultados de las estaciones de muestreo						
	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
pH, Unidades	7,43	7,22	7,28	7,17	7,22	6,92	6,97
Arsénico, mg As/Kg	9,60	15,50	15,20	12,80	15,80	17,40	16,20
Bario, mg Ba/Kg	75,70	120,60	76,70	136,20	108,50	114,50	116,80
Cadmio, mg Cd/kg	<0,614	<0,614	<0,614	<0,614	<0,614	<0,614	<0,614
Cobre, mg Cu/kg	33,3	80,8	91,9	72,8	88,1	93,1	91,0
Cromo, mg Cr/kg	37,8	80,8	81,1	60,1	79,3	83,6	80,9
Mercurio, mg Hg/kg	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069
Niquel, mg Ni/Kg	30,5	56,8	62,4	49,7	60,3	63,7	63,2
Plata, mg Ag/Kg	1,4	<0,0066	1,5	<0,0066	<0,0066	<0,0066	<0,0066
Plomo, mg Pb/kg	4,1	7,5	8,8	7,1	8,3	9,0	9,1
Selenio, mg Se/Kg	13,2	21,4	22,6	16,1	21,8	24,4	24,8
Zinc, mg Zn/kg	104,4	176,5	218,8	157,0	197,1	209,1	212,4
Hidrocarburos Aromáticos policíclicos, mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenoles, mg/Kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sulfuro Acido Volátil, %P/P	0,001	18,87	16,95	10,00	10,00	9,35	8,550

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

- Análisis de resultados de sedimentos

❖ Granulometría

El análisis granulométrico de los sedimentos marinos se realizó con la finalidad de determinar la calidad ambiental de los sedimentos y las concentraciones de metales pesados (Ni, Pb, Cd, Cu, Zn) que puedan afectar el ecosistema marino.

La textura, es el parámetro que ha sido más utilizado en estudios sedimentológicos y se refiere al tamaño de las partículas que conforman el sedimento, el mismo que depende de varios factores, entre ellos su origen y su tamaño inicial, ya que dichos sedimentos tuvieron que haber sido transportados, por lo que su tamaño dependerá de los efectos de este transporte.

La composición granulométrica de los sedimentos marinos del sector Bahía Colombia en el Golfo Urabá se caracterizó por presentar los grupos de texturas mencionados en la Tabla No. 5.75 que se presentan a continuación:

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 370 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.75 Promedio de la composición granulométrica

Clasificación	Contenido porcentual (%)
Malla N° 10 : Retiene partículas Mayores a 2000 Micras (Gravas)	41,35
Malla N° 120: Entre 125 y 250 Micras (Arenas Finas)	19,28
Malla N° 25: Entre 710 y 2000 Micras (Arenas Muy Gruesas)	9,94
Malla N° 325: Entre 62,5 y 125 Micras (Arenas Muy Finas)	17,98
Malla N° 60 : Entre 250 y 710 Micras (Arenas Gruesas y Arenas Medias)	8,89
Lo que pasa de la Malla N° 325 corresponde a Limo y Arcilla	2,5

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

La composición granulométrica de los sedimentos marinos en el área de influencia del proyecto permite evidenciar que el componente más representativo del total de las muestras fueron las partículas mayores a 2000 micras (Gravas) con una proporción de 41,35 %, seguido de 19,28 % de arenas finas y en tercer lugar se encontraron las arenas muy finas con un porcentaje del 17,98 % como se observa en la Figura No. 5.190.

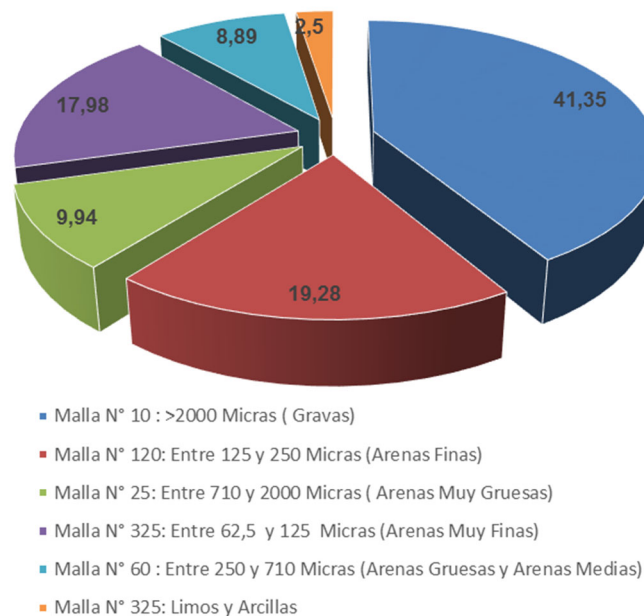


Figura No. 5.190 Contenido Porcentual % granulométrico

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 371 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

A continuación se presenta la proporción por componente en cada uno de los puntos de muestreo:

Malla N°10, partículas >2000 micras (gravas)

El porcentaje de gravas (partículas mayores a 2000 micras) se pueden formar de manera natural durante la descomposición de fuentes orgánicas vegetales y animales. Los contenidos porcentuales más representativos se presentaron en los puntos A4, A5, A6 y A7 como se muestra en la Figura No. 5.191

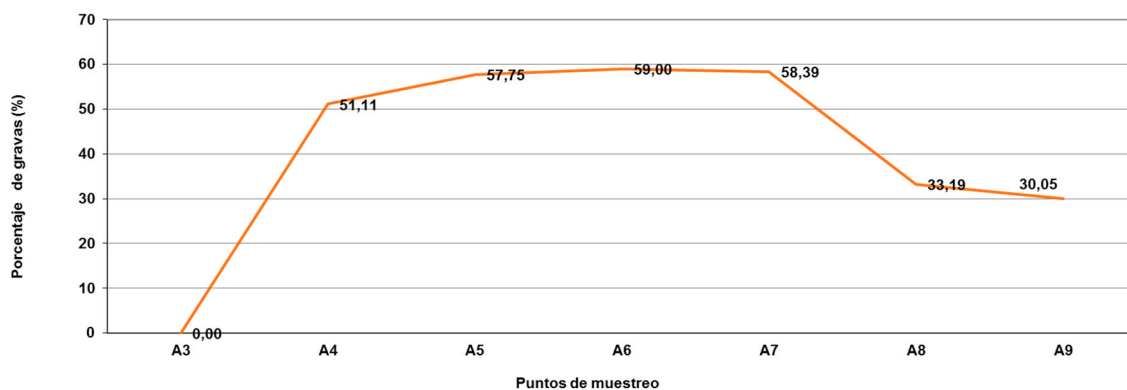


Figura No. 5.191 Comportamiento Granulometría Malla N° 10 partículas mayores a 2000 micras Gravass
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Malla N° 25, Partículas entre 710 y 2000 micras (Arenas muy gruesas)

Las arenas gruesas asociadas a la fragmentación de rocas y al grado de meteorización, presentaron una composición muy homogénea entre 12,85% y 10,36% para todos los puntos, excepto el punto A3 en el que se obtuvo un valor de 1,01%.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 372 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

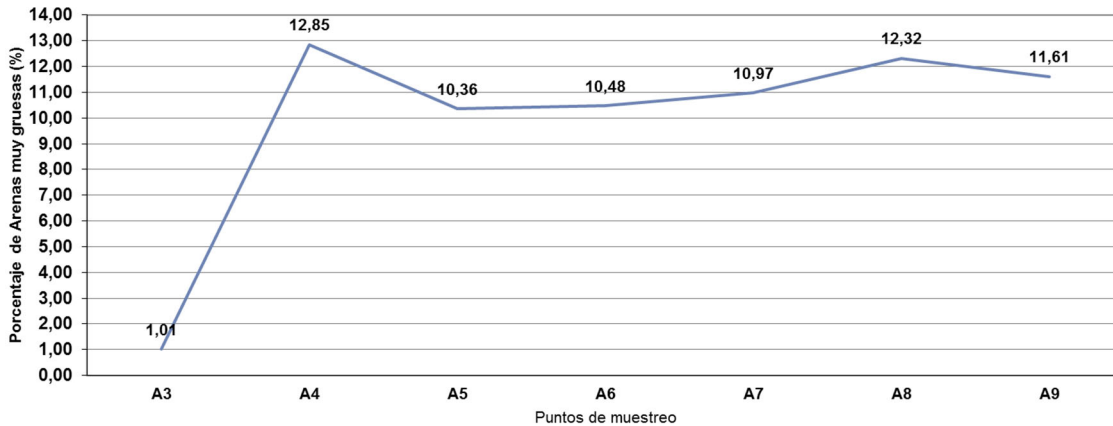


Figura No. 5.192 Malla N° 25, Partículas entre 710 y 2000 micras (Arenas muy gruesas)
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Malla N°60 Partículas entre 250 y 710 micras (Arenas gruesas y arenas medias)

Los sedimentos marinos del punto A3 (24,37%) están conformados mayoritariamente por arenas gruesas y arenas medias entre partículas de 250 y 710 micras como se muestra en la Figura No. 5.193.

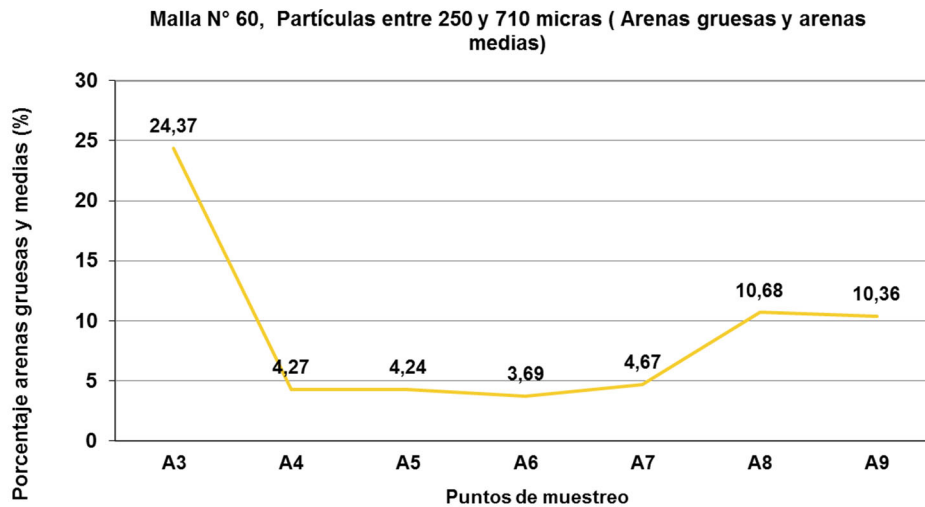


Figura No. 5.193 Malla N°60 Partículas entre 250 y 710 micras (Arenas gruesas y arenas medias)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 373 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Malla N°120 Partículas entre 125 y 250 micras (Arenas finas)

En cuanto al contenido de arenas finas partículas entre 125 y 250 micras, los más altos porcentajes se encuentran 29,30% para A4 y 22,47% para A5, mientras que el punto A3 registró la ausencia de esta textura como se muestra en la Figura No. 5.194.

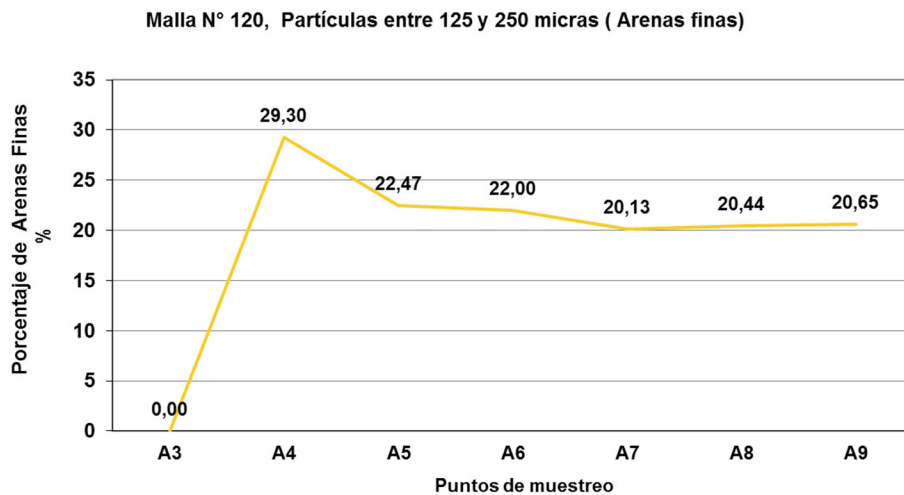


Figura No. 5.194 Malla N°120 Partículas entre 125 y 250 micras (Arenas finas)
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Malla N° 325, Partículas entre 62,5 y 125 micras (Arenas muy finas)

En la Figura No. 5.195 se muestran los contenidos porcentuales de arenas muy finas, donde el punto A2 registró un contenido porcentual de 71,70 % siendo el punto más representativo, mientras que los otros puntos presentaron contenidos entre 22,71 y 1,32%.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 374 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

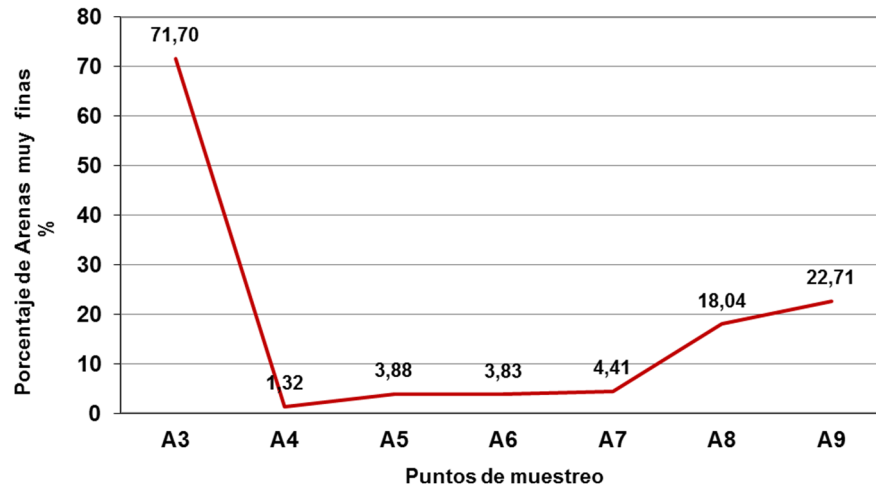


Figura No. 5.195 Malla N° 325, Partículas entre 62,5 y 125 micras (Arenas muy finas)
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

Malla N° 325 (Limos y arcillas)

El mayor porcentaje se identificó en el punto A8 (5,33 %) y el menor en el punto A6 (1,00%) como se ve en la Figura No. 5.196

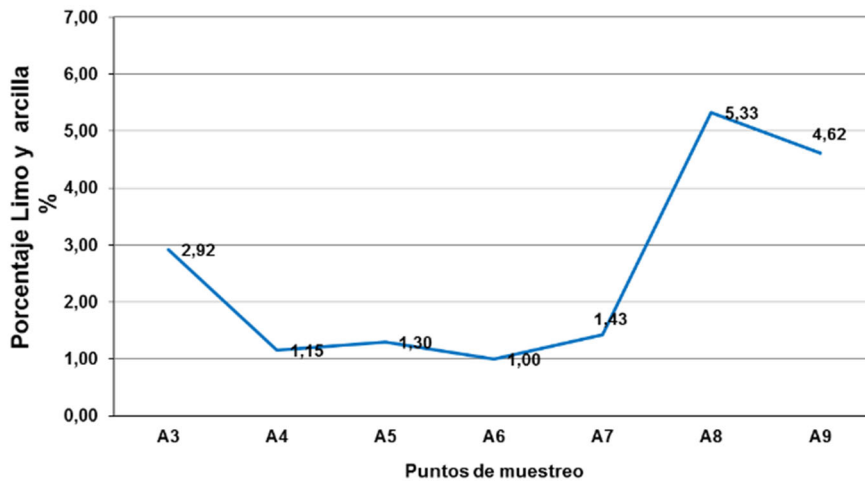




Figura No. 5.196 Malla 325 (Limo y arcilla)
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 375 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Potencial de hidrógeno pH

El potencial de hidrógeno es una de las propiedades químicas del suelo más importantes debido a que influye en la movilidad de iones, dilución de minerales, las actividades microbianas y la disponibilidad de nutrientes entre otros. Los valores reportados oscilan entre 6,92 Unidades a 7,43 Unidades, registrando una tendencia de neutro a medianamente básico como se observa en la Figura No. 5.197.

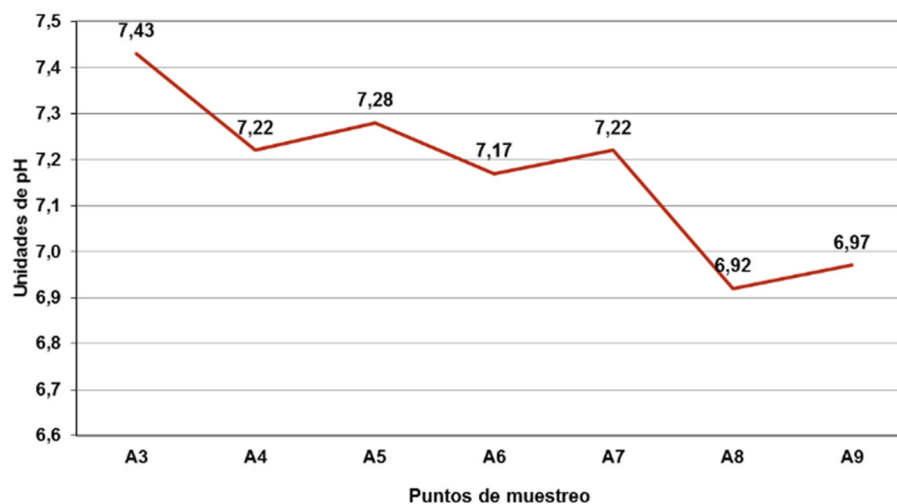



Figura No. 5.197 Comportamiento del pH
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Carbono orgánico total

Los factores edáficos que tienen mayor influencia sobre la evolución del carbono orgánico son la textura, la estructura, el pH y el Potencial Redox²⁵⁹. El pH incide sobre el carbono orgánico debido a que este factor disminuye las tasas de descomposición en condiciones de acidez; en tanto que la estructura y la textura de los suelos afectan a la estabilización del carbono orgánico de diferentes formas, bien mediante la formación de agregados, la vinculación física con las

²⁵⁹ HASSINK, J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. Plant and Soil, 191. 1997. 77-87 p.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1 CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 376 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

partículas de arcilla y limo y/o por la transformación a compuestos de carbono resistentes a la degradación bioquímica²⁶⁰.

Las concentraciones reportadas oscilaron entre 1.261 mg/kg y 12.084 mg/kg, con un promedio de 8.984 mg/kg. Las mayores concentraciones se registraron en los puntos A7 (12.084 mg/kg) y A5 (11.365mg/kg), lo cual se asocia posiblemente a los aportes en Bahía Colombia del río León y del río Atrato. Ver Figura No. 5.198.

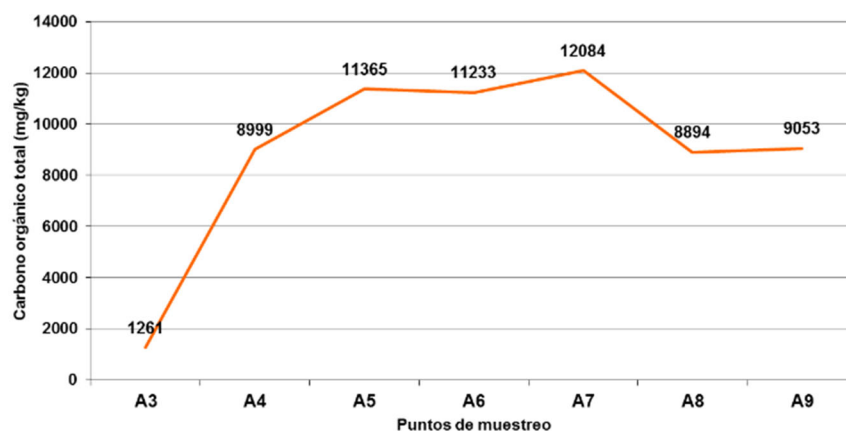


Figura No. 5.198 Comportamiento carbono orgánico total
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Hidrocarburos totales

Los hidrocarburos tienden a formar asociaciones con el material particulado depositado en los sedimentos y por tanto, la absorción de los mismos está fuertemente relacionada con el contenido de carbono orgánico presente en los sedimentos. Otros factores oceanográficos, como las corrientes marinas, las mareas y el oleaje pueden además, influir en la dinámica del comportamiento espacial de los hidrocarburos en la zona.

De acuerdo con Saravia²⁶¹, el grado de contaminación en los sedimentos se puede establecer en función de la concentración de los hidrocarburos totales.

²⁶⁰ ELLIOT, E.T. 1. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 50, 1986. 627-633 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 377 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Cuando la concentración es $\leq 10 \mu\text{g/g}$ se considera sin contaminación; si la concentración de hidrocarburos está en el rango $< 10 - 100 \mu\text{g/g}$ se cataloga contaminación leve a moderada. Finalmente, si los niveles de hidrocarburos totales son $\geq 100 \mu\text{g/g}$ el sistema se considera con contaminación elevada.

Las concentraciones de hidrocarburos totales fluctuaron entre 5 mg/kg a 12 mg/kg, siendo las máximas concentraciones en los puntos A5 a A8. De acuerdo a la clasificación de Saravia estos sedimentos marinos presentan una contaminación entre leve a moderada y para el resto de los puntos de muestreo sin contaminación como se puede ver en la Figura No. 5.199.

Para el parámetro de hidrocarburos totales no se establece un valor permisible en la guía *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*.

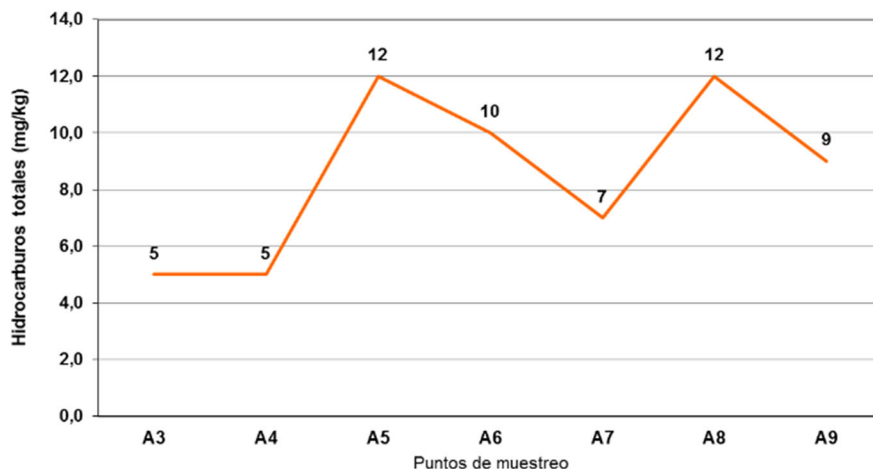



Figura No. 5.199 Comportamiento hidrocarburos totales
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)

Los HAPs se han vuelto contaminantes cada vez más frecuentes en suelos y sedimentos de agua dulce o marinos debido principalmente al vertimiento de

²⁶¹ SARAVIA, Ana., RODRIGUEZ, Daniela., PACHECO, Oscar., PIEDRA, Oscar. Evaluación de los niveles de hidrocarburos en sedimentos marinos, su posible origen y efectos sobre la actividad de acuicultura entre Punta Morales y Costa de Pájaros en el Golfo de Nicoya. En: Revista Geográfica de América Central. N° 53, ISSN 1011-48X, julio-diciembre 2014 pp. 113-134

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 378 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

aguas industriales, uso indiscriminado de productos químicos (plaguicidas, colorantes, disolventes industriales, entre otros) y por el agua lluvia y asentamiento de partículas en el aire²⁶².


Los puntos de muestreo monitoreados registraron una concentración de HAPs en los sedimentos inferior al límite de detección de la técnica analítica (<0,01 mg/Kg), es decir, que la presencia de estos compuestos orgánicos en los sedimentos marinos es baja.

De acuerdo con la guía *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*, las concentraciones encontradas son inferiores tanto para el estándar ISQG (Estandar intermedio de la calidad del sedimento: Concentración por debajo del cual no se presentan efectos biológicos adversos) como para el estándar PEL (Nivel de efecto probable: Concentración sobre la cual se encuentran con frecuencia efectos biológicos adversos) establecidos para los compuestos HPAs, los cuales se relacionan en la Tabla No. 5.76.

Tabla No. 5.76 Estándares ISQG y PEL de HPAs

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos HPAs	ISGG mg/kg	PEL mg/kg
Naftaleno	0,0346	0,391
2-Metil naftaleno	0,0202	0,201
Acenaftileno	0,00587	0,128
Acenafteno	0,00671	0,0889
Fluoreno	0,0212	0,144
Antraceno	0,0469	0,245
Fluoranteno	0,113	1,494
Pireno	0,153	1,398
Fenantreno	0,0867	0,544
Benz(a) antracene	0,0748	0,693
Criseno	0,108	0,846
Benzo(a)pyrene	0,0888	0,763
Dibenzo antracene	0,00622	0,135

²⁶² VACA, R. A. Determinación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en suelos contaminados por la industria petrolera. Quito, 2013.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 379 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Fuente: Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life²⁶³

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla No. 5.76 se puede establecer que las concentraciones de HPAs en los sedimentos marinos no generan efectos biológicos adversos sobre el ecosistema acuático los hidrocarburos aromáticos. Cabe mencionar que para los hidrocarburos Acenafileno y Acenofeleno no se puede hacer comparación debido a que los valores están por debajo del límite de detección del método utilizado.

❖ Grasas y aceites

Las concentraciones de grasas y aceites reportadas en los sedimentos marinos oscilan entre 6 mg/kg y 24 mg/kg; siendo la máxima concentración en el punto A3, probablemente por su cercanía a la zona donde desemboca el río León, en donde se pueden presentar vertimientos de origen industrial y doméstico sin previo tratamiento. Ver Figura No. 5.200

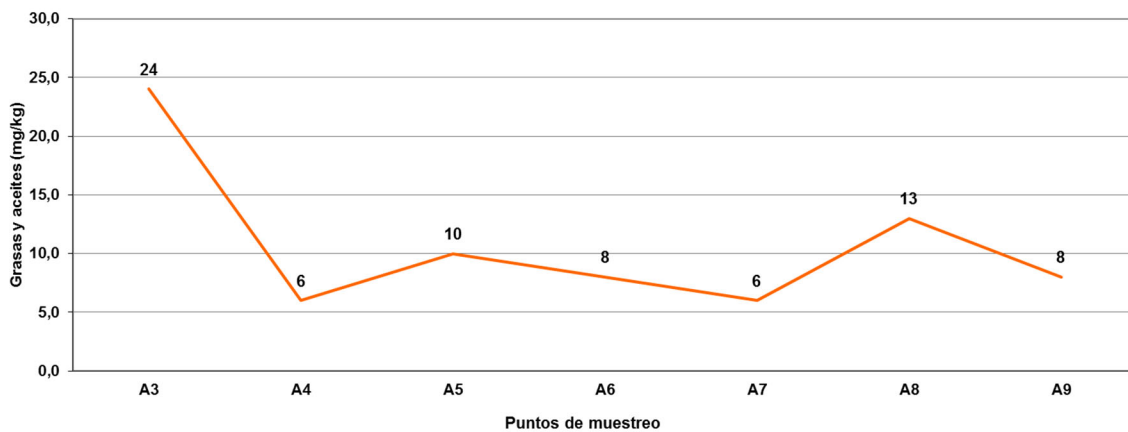




Figura No. 5.200 Comportamiento grasas y aceites
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

²⁶³ CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT – CCME. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Guidance on the Site-Specific Application of Water Quality Guidelines in Canada: Procedures for Deriving Numerical Water Quality Objectives. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999. [En línea] < <http://ceqg-rqpe.ccme.ca/en/index.html> > [Consultado 11, septiembre, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 380 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Sulfuro Ácido Volátil

Las concentraciones reportadas en los siete (7) puntos de monitoreo fluctuaron entre 0,001% P/P y 18,87% P/P, es decir que en 100 gramos de sedimentos el máximo porcentaje de sulfuro ácido volátil es de 18,87 gramos, reportado en el punto A4. Ver Figura No. 5.201.

Para este parámetro la guía *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life* no tiene un límite permisible.

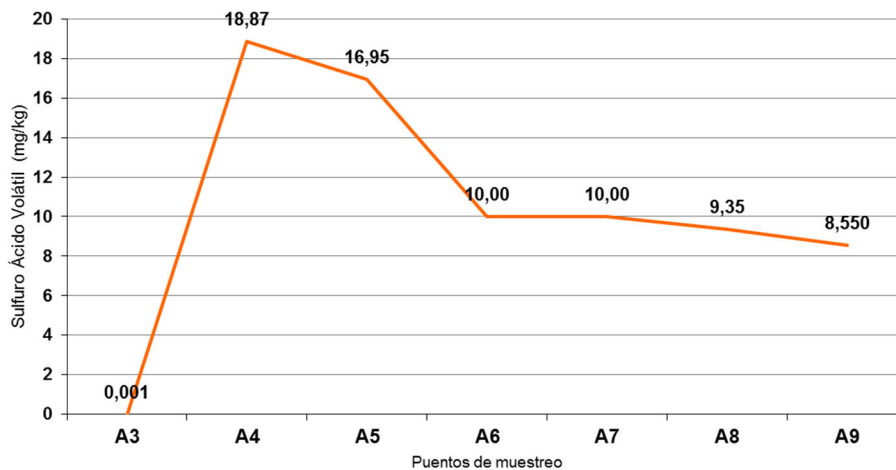


Figura No. 5.201 Comportamiento Sulfuro Ácido Volátil
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Cromo

Este elemento puede estar presente en los cuerpos de agua como Cr III (poco soluble y muy estable) y como Cr VI (menos estable, pero más soluble, con una alta movilidad entre sustratos). Las concentraciones de Cromo en los sedimentos marinos evaluados oscilaron entre 37,8 mg/kg en el punto A3 y 83,6 mg/kg en el punto A8, con un promedio de 71,9 mg/kg. Ver Figura No. 5.202.

Comparando con la norma canadiense (*Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*), las concentraciones en los puntos A4, A5, A6, A7, A8 y A9 son superiores al estándar ISQG (52,3 mg/kg), mientras que para el punto A3 el valor es inferior a dicho estándar. Con respecto al índice PEL (160 mg/kg) establecido se registró que todos los puntos son inferiores a dicho límite, por lo

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 381 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

cual se puede inferir que las concentraciones no interfieren en las actividades metabólicas de los microorganismos acuáticos.

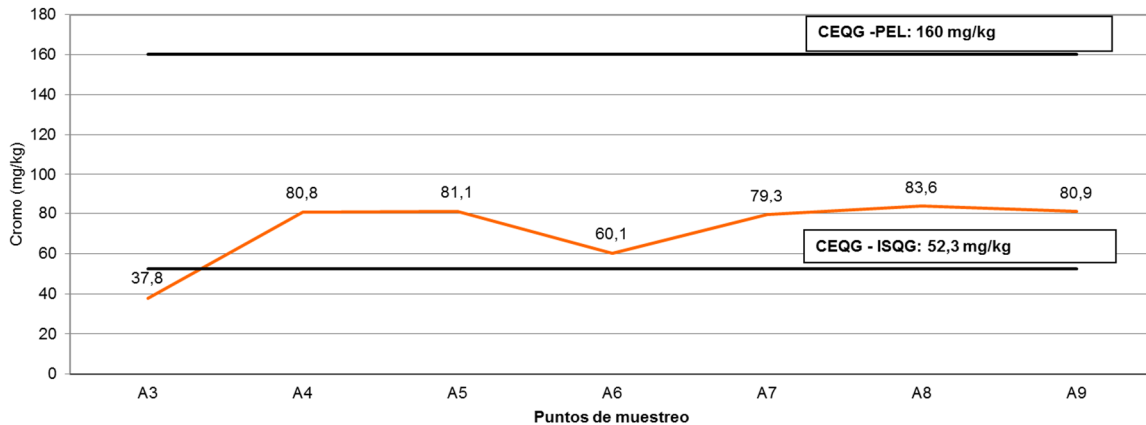


Figura No. 5.202 Comportamiento Cromo
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Zinc

Las concentraciones de Zinc se registraron en un rango entre 104,4 mg/kg (A3) y 218,8 mg/kg (A5). La máxima concentración se registró en el punto A5, evidenciándose que para 6 (seis) de los 7 (siete) puntos evaluados, los valores superan el estándar ISQG (124 mg/kg), por lo cual se puede inferir probable afectación de las condiciones biológicas como resultado de la exposición a Zn en los sedimentos.

Caso contrario se presenta en el comparativo con el estándar PEL (271 mg/kg), estipulado en la guía canadiense (*Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*), debido a que las concentraciones son inferiores a este valor en todos los puntos de muestreo. Ver Figura No. 5.203.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 382 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

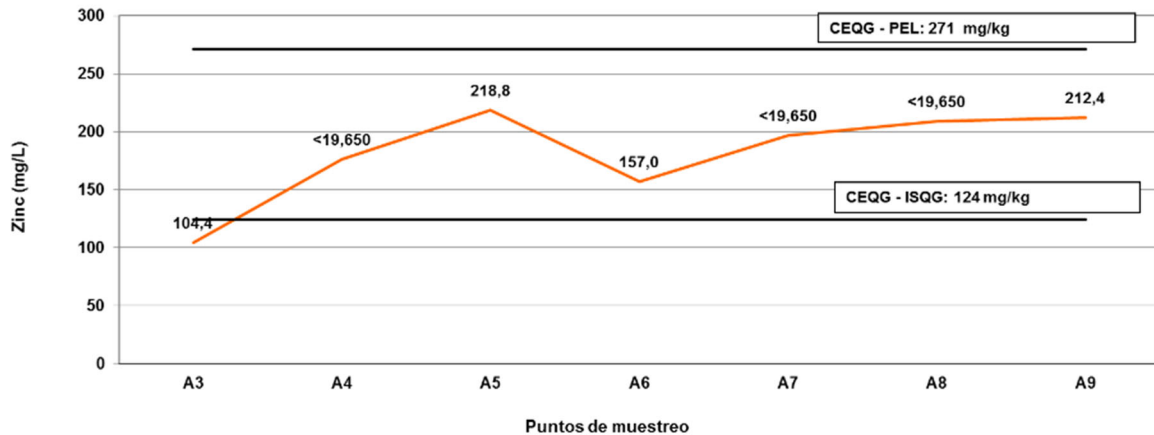


Figura No. 5.203 Comportamiento Zinc
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Mercurio

Los compuestos mercuriales de mayor poder contaminante, están representados por las formas metiladas, las cuales pueden ser bioacumuladas y transferirse a través de la cadena trófica. Las formas metiladas del mercurio se hacen presentes en ambientes anóxicos (carentes de oxígeno) tanto en la columna de agua, en la cual tiene alta solubilidad, como en los sedimentos²⁶⁴. (ÁLVAREZ, 2005)

Las concentraciones obtenidas en todos los puntos monitoreados son inferiores al límite de detección del método de análisis empleado por el laboratorio (0,069 mg/kg) y a su vez son inferiores al estándar ISQG (0,13 mg/kg) y al estándar PEL (0,70 mg/kg,) estipulados en la guía *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*. Ver

Figura No. 5.204.

²⁶⁴ ÁLVAREZ, L. M. Informe de evaluación de metales pesados en los sedimentos del canal Navarro (canal interceptor sur). Chile. 2005.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 383 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

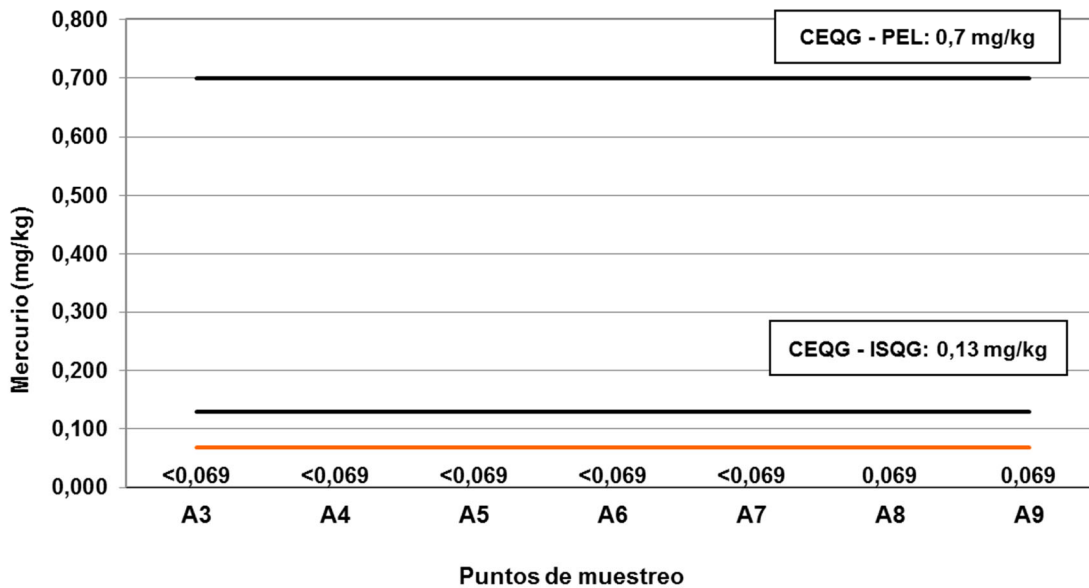


Figura No. 5.204 Comportamiento Mercurio
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Plomo

El plomo es un metal que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, se adsorbe fuertemente en suelos y sedimentos y sus principales vías de penetración son: la respiratoria y la digestiva y provoca trastornos en los procesos bioquímicos de prácticamente todas las células y los sistemas del organismo²⁶⁵.

Las concentraciones de Plomo en los puntos de muestreo se registraron entre 4,1 mg/kg (A1) y 9,1 mg/kg (A9), cumpliendo así con los estándares de la guía canadiense, que establece un ISQG de 30,2 mg/kg y un PEL de 112 mg/kg. Ver Figura No. 5.205

²⁶⁵ RIOFRÍO, G. Análisis de los niveles de plomo en sedimento marino de bajo alto mediante espectroscopia de absorción atómica utilizando generación electroquímica de especies volátiles como técnica de introducción de muestra. Ecuador, 2014.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 384 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

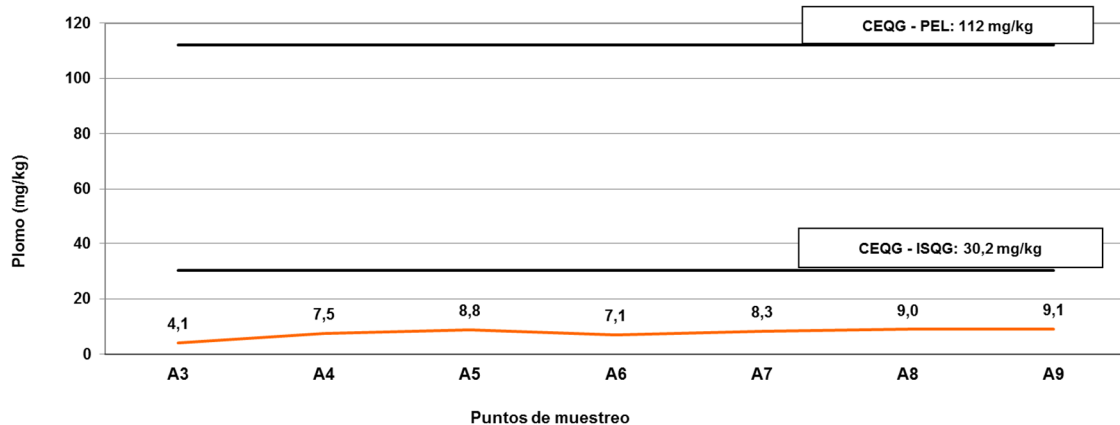



Figura No. 5.205 Comportamiento Plomo
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Cobre

Las concentraciones obtenidas oscilaron entre 33,3 mg/kg (A3) y 91,9 mg/kg (A5). Todos los puntos de muestreo registraron concentraciones superiores al estándar ISQG (18,7 mg/kg), mientras que al comparar con el estándar PEL (108 mg/kg), todas las concentraciones son inferiores a este valor, por lo cual se afirma que con respecto a ese límite dichas concentraciones poseen una baja probabilidad de causar efectos biológicos adversos en vida acuática, según la guía canadiense. Ver Figura No. 5.206.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 385 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

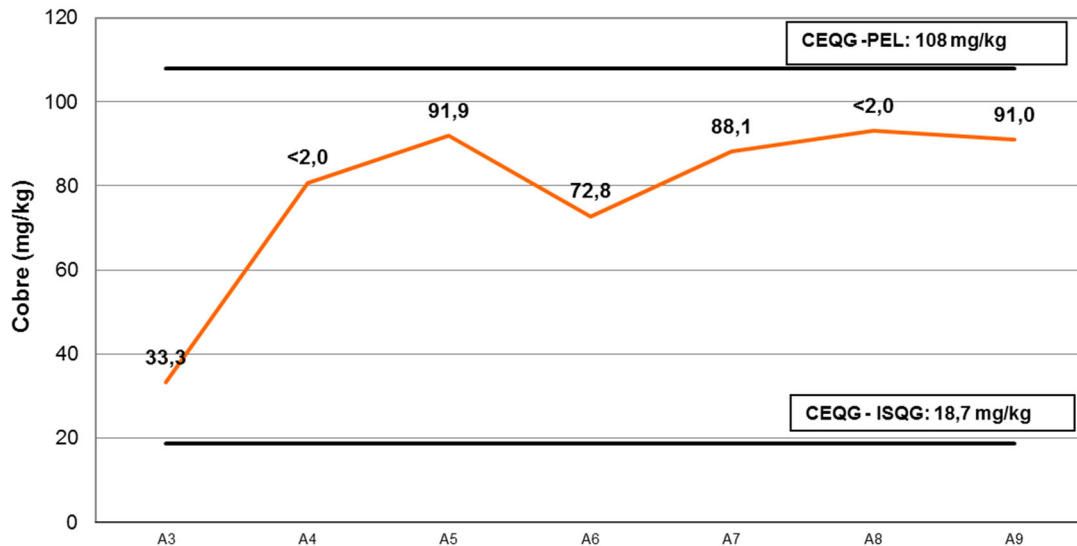



Figura No. 5.206 Comportamiento Cobre
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Cadmio

Este elemento se presenta en la naturaleza en forma de óxidos complejos, sulfuros y carbonatos de zinc. La movilidad de cadmio en los ambientes acuáticos se ve reforzada por un pH bajo, baja dureza, niveles bajos de materia en suspensión, potencial redox de alta y baja salinidad. En el agua natural, la biodisponibilidad de cadmio se reduce a través de la absorción de partículas en suspensión y son los responsables biológicos de controlar los niveles más altos de cadmio. En los sistemas acuáticos, el cadmio es más fácilmente absorbido por los organismos directamente del agua en su forma iónica libre²⁶⁶

El Cadmio registró en todos los puntos de muestreo unidades inferiores al límite de detección de la técnica empleada por el laboratorio (0,614 mg/kg) afirmando que la presencia de este compuesto en los sedimentos marinos es casi nula y no

²⁶⁶ PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE - PNUMA, 2010.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 386 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

afecta las características físico químicas y biológicas del mismo; En cuanto al estándar ISQG (0,7 mg/kg) y PEL (4,2 mg/kg) las concentraciones son inferiores y cumplen a cabalidad con lo establecido en la *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*. Ver

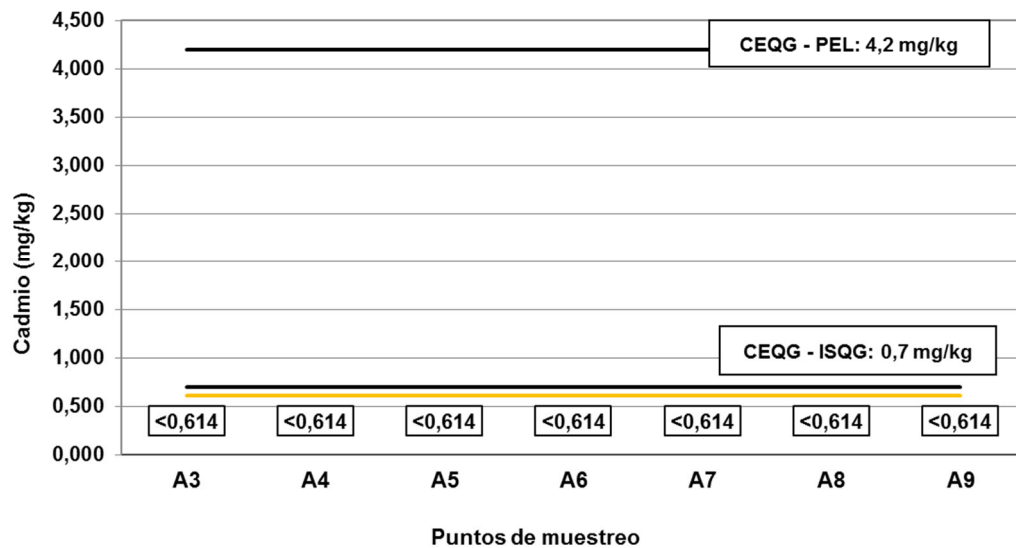


Figura No. 5.207 Comportamiento Cromo
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Arsénico

Para el arsénico se registraron concentraciones entre 9,6 mg/kg y 17,4 mg/kg, en los puntos A3 y A8, respectivamente. En comparación con el estándar ISQG (7,24 mg As/Kg) los valores en todos los puntos, son superiores por tanto hay probabilidades de que se presenten cambios en la dinámica de los organismos acuáticos debido a su bioacumulación. Sin embargo para el estándar PEL (41,6 mg As/Kg) se observa que en todos los puntos las concentraciones son inferiores a dicho valor, por lo cual se puede inferir las concentraciones no son tan elevadas para que interfieren en las actividades metabólicas de los microorganismos acuáticos. Ver Figura No. 5.208.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 387 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

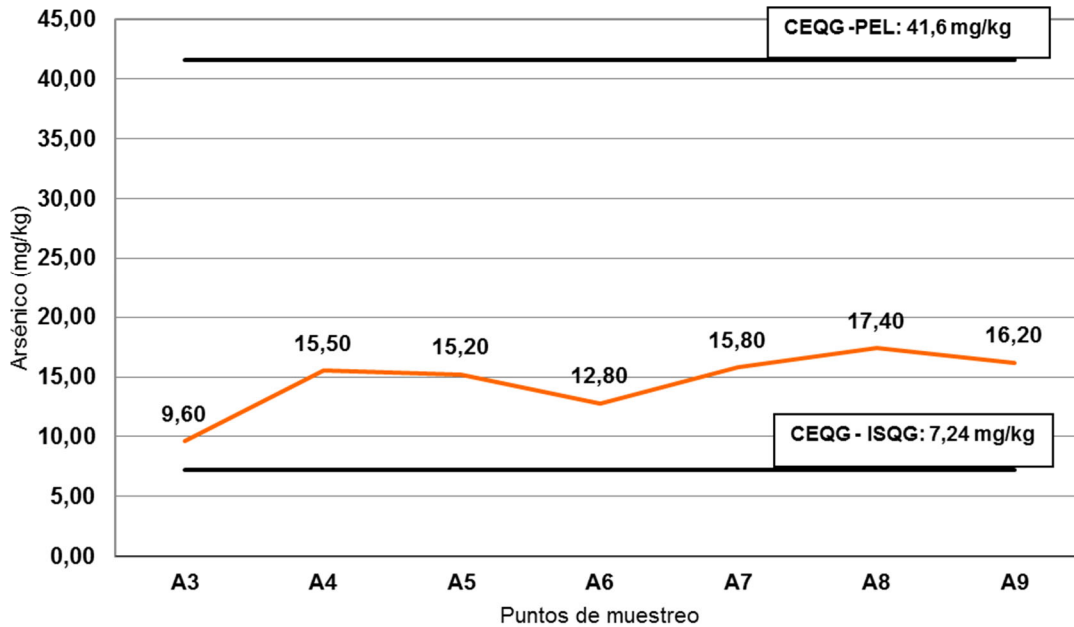




Figura No. 5.208 Comportamiento Arsénico
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Bario

El Bario es un elemento común de la naturaleza, pero su presencia en el agua es en concentraciones de trazas. Los resultados obtenidos en la medición del Bario permiten establecer que el rango de concentraciones va desde 75,7 mg/Kg (A3) y 136,2 mg/Kg (A6), evidenciándose una presencia relevante de este metal en el agua. Ver Figura No. 5.209.

En la guía canadiense (*Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*), no hay límites establecidos para este parámetro.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 388 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

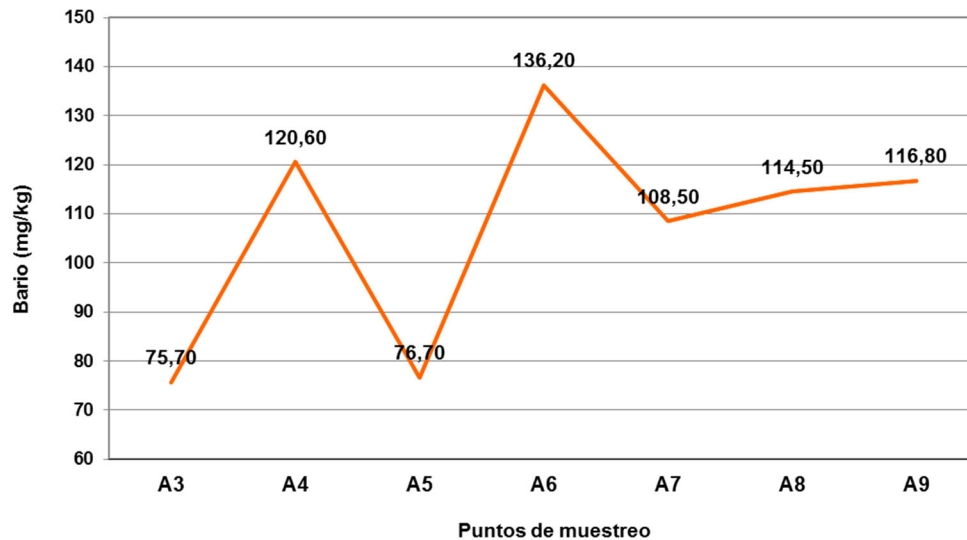


Figura No. 5.209 Comportamiento Bario
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Níquel

El níquel es un micronutriente esencial en la mayoría de los organismos, aunque las concentraciones que se necesitan son tan pequeñas que raramente son limitantes para el crecimiento y normal del desarrollo celular. No obstante cuando por motivos naturales o antropógenicos se encuentran en el agua o en el suelo a concentraciones altas se convierten en tóxicos para los organismos²⁶⁷.

El análisis de este parámetro en los sedimentos marinos del sector Golfo Urabá, registro concentraciones que se encuentran en un rango que va desde 30,5 mg/Kg y 63,7 mg/Kg, sin embargo no se realiza comparativo con estándares, ya que en la Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life no hay límites restrictivos establecidos. Ver Figura No. 5.210

²⁶⁷ JIMENEZ, B. E. La contaminación ambiental en México, causas, efectos y tecnología apropiada. Ed. Limusa S.A., México, 2005.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

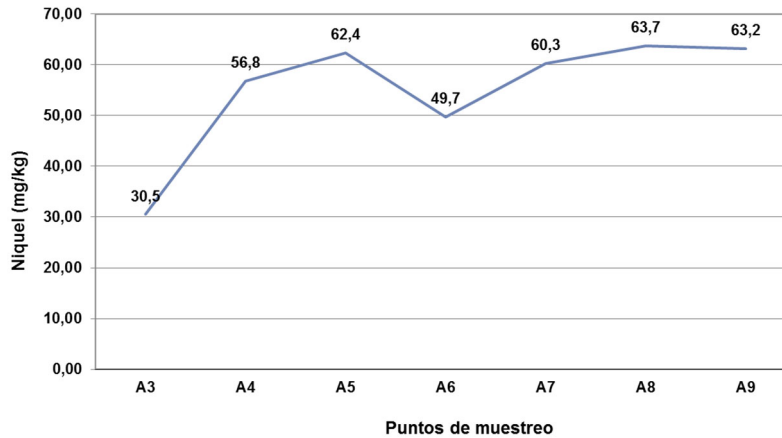


Figura No. 5.210 Comportamiento Níquel
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Selenio

Aunque es un elemento no metálico, el selenio posee algunas de las características de los metales, como por ejemplo su brillo. También comparte propiedades con el azufre, que es de su mismo grupo del sistema periódico, y junto con el que suele presentarse en la naturaleza, en forma de seleniuros metálicos, como el de cobre y plomo (zorgita). Es un micronutriente esencial para un número importante de organismos, animales y bacterias, aunque puede llegar a ser muy tóxico²⁶⁸.

Este parámetro alcanzó valores de concentración que se encuentran en un rango que va desde 13,2 mg/kg (A3) hasta 24,8 mg/kg (A9), presentando poca variabilidad en la mayoría de los valores, ver Figura No. 5.211. En la guía canadiense no hay límites establecidos para este parámetro.

²⁶⁸ *Ibíd*
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 390 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

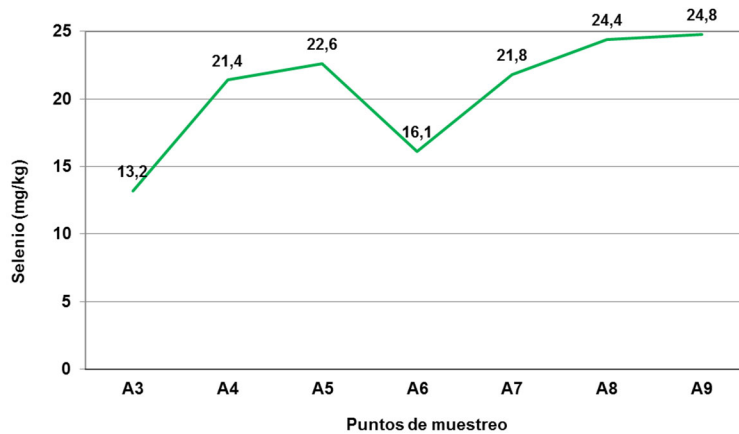



Figura No. 5.211 Comportamiento Selenio
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Plata

La plata está presente en la naturaleza principalmente en forma de sulfuros y óxidos muy insolubles y estables.²⁶⁹

De acuerdo a los resultados obtenidos en la medición de este parámetro, se puede evidenciar que las concentraciones son considerablemente bajas para la mayoría de los puntos, ya que los valores son inferiores al límite de detección de la técnica analítica (0.0066 mg/Kg), con excepción de los puntos A3 y A5, los cuales alcanzaron valores mayores. El rango en el cual se encuentran las concentraciones es <0,0066 mg/Kg y 1,5 mg/Kg. Ver Figura No. 5.212. La guía canadiense no establece límites para este parámetro.

²⁶⁹

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 391 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

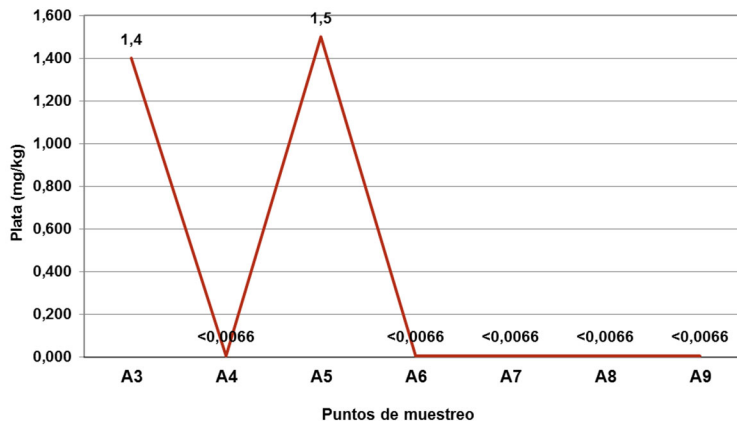


Figura No. 5.212 Comportamiento Plata
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Fósforo total

El estudio del nitrógeno, el fósforo y el cociente C/N es útil para comparar la productividad y descomposición de la materia orgánica y determinar las fuentes de nutrientes, su comportamiento y las relaciones entre ellos²⁷⁰

Las concentraciones de fósforo orgánico total en los sedimentos marinos registraron el límite de detección de la técnica analítica (<0,05) para todos los puntos, por lo que se infiere que la presencia de este compuesto es casi nula.

❖ Nitrógeno total

El nitrógeno total registró valores que oscilan entre 733 mg/kg (A1) y 2790 mg/kg (A2) con un promedio de 1851 mg/kg. La máxima concentración se registró en el punto A4 y la mínima en el punto A3. Las concentraciones altas se pueden asociar a la acumulación de materia orgánica animal o humana que se sedimenta. Adicionalmente los vertimientos domésticos e industriales generados en las orillas de la bahía y la escorrentía que lava suelos cargados de fertilizantes nitrogenados. Ver Figura No. 5.213.

²⁷⁰ HERNANDEZ, M. V. Nitrógeno y Fósforo y conciente C/N en los sedimentos superficiales de la laguna de Chacopata , Sucre. Venezuela, 2000.
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 392 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

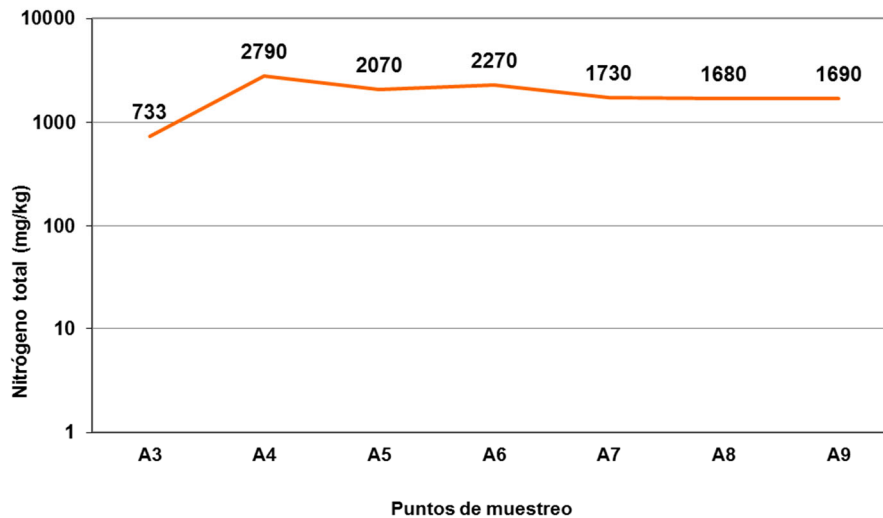


Figura No. 5.213 Comportamiento Nitrógeno total
Fuente: SGS Colombia S.A.S (Julio 2015)

❖ Fenoles totales

Las concentraciones reportadas en los puntos monitoreados son inferiores al límite de detección de la técnica analítica (<0,01), por lo tanto se puede establecer que la presencia de estos compuestos en los sedimentos marinos provenientes del sector de Bahía Colombia en el Golfo de Urabá es casi nula y no genera efectos adversos en la características fisicoquímicas.

- Comparación con la norma internacional

Debido a que la normatividad colombiana no establece límites en la calidad de los sedimentos marinos, se compararon los resultados obtenidos con límites establecidos por la guía canadiense “*Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*”²⁷¹. Ver Tabla No. 5.77.

²⁷¹ CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT – CCME. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Guidance on the Site-Specific Application of Water Quality Guidelines in Canada: Procedures for Deriving Numerical Water Quality Objectives. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999. [En línea] < <http://ceqg-rcqe.ccmec.ca/en/index.html> > [Consultado 11, septiembre, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 393 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

De los parámetros evaluados que tienen un valor de referencia para comparar, se encontró lo siguiente:

- Los valores registrados para el cobre y arsénico en todas las estaciones de muestreo superaron límite ISQG.
- En las estaciones de muestreo A4, A5, A6, A7, A8 y A9 las concentraciones de cromo y zinc se sobrepasó el valor establecido para ISQG..

Teniendo en cuenta que los valores mencionados previamente superaron el límite ISQG, pero están por debajo del límite PEL, se espera que en este rango la posibilidad de los efectos biológicos adversos sea entre un 25 y 50%.

De otro lado, las concentraciones de cadmio, mercurio y plomo cumplen con los límites establecidos por la guía canadiense, es decir que se encuentran en el rango de efecto mínimo dentro del cual efectos adversos raramente ocurren (menos de un 25% de efectos adversos bajo ISQG).

En ninguna de las estaciones de muestreo se superó para ningún parámetro el límite PEL, por lo tanto no se requieren acciones de remediación que requiera la remoción del contaminante.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 394 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

Tabla No. 5.77 Comparación de los resultados obtenidos con la norma

PARÁMETRO	Resultados de las estaciones de muestreo							Norma Canadiense Protección de la Vida Acuática		Cumplimiento
	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	ISQG	PEL	
Arsénico, mg As/Kg	9,60	15,50	15,20	12,80	15,80	17,40	16,20	7,24	41,6	Cumple PEL
Cadmio, mg Cd/kg	<0,614	<0,614	<0,614	<0,614	<0,614	<0,614	<0,614	0,7	4,2	Cumple
Cobre, mg Cu/kg	33,3	80,8	91,9	72,8	88,1	93,1	91,0	18,7	108	Cumple PEL
Cromo, mg Cr/kg	37,8	80,8	81,1	60,1	79,3	83,6	80,9	52,3	160	Cumple PEL
Mercurio, mg Hg/kg	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069	<0,069	0,13	0,7	Cumple
Plomo, mg Pb/kg	4,1	7,5	8,8	7,1	8,3	9,0	9,1	30,2	112	Cumple
Zinc, mg Zn/kg	104,4	176,5	218,8	157,0	197,1	209,1	212,4	124	271	Cumple PEL

Fuente: *Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of aquatic life*²⁷²
 ISQG: Estándar intermedio de la calidad del sedimento
 PEL: Nivel de efecto probable

²⁷² CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT – CCME. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Guidance on the Site-Specific Application of Water Quality Guidelines in Canada: Procedures for Deriving Numerical Water Quality Objectives. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999. [En línea] <<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/en/index.html>> [Consultado 11, septiembre, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 395 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- *Calidad de sedimentos marinos de profundidad*

Para conocer las características del sedimento marino de profundidad en las áreas donde se ejecutarán las actividades del dragado de profundización, se analizaron muestras provenientes de tres (3) perforaciones que se hicieron en Bahía Colombia, ubicadas en el Golfo de Urabá denominadas PF8, PF9 y PF10, teniendo en cuenta que la génesis de estos sedimentos y su formación obedecen principalmente a la misma dinámica sedimentaria en toda la zona, provenientes del río León y el río Atrato, por lo que se puede afirmar y esperar que sean muy uniformes a lo largo y ancho de la zona del proyecto.

- Ubicación de los puntos de perforación para el análisis de sedimentos de profundidad

Las coordenadas planas y la ubicación de los puntos se presentan en la Tabla No. 5.78 y la Figura No. 5.214, respectivamente.

Tabla No. 5.78. Coordenadas de las perforaciones

Perforación	Coordenadas planas	
	Magna Sirgas origen Bogotá	
	Este	Norte
PF-8	703.242,56	1.370.757,58
PF-9	702.766,57	1.370.550,31
PF-10	702.771,47	1.371.303,17

Fuente EDIFICA COLOMBIA LDTA, PIO S.A.S, 2015²⁷³

²⁷³ EDIFICA COLOMBIA LDTA, PIO S.A.S, PUERTO ANTIOQUIA. Estudio Geotécnico para ingeniería conceptual. Terminal Portuario Puerto Antioquia. Bogotá D.C, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 396 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

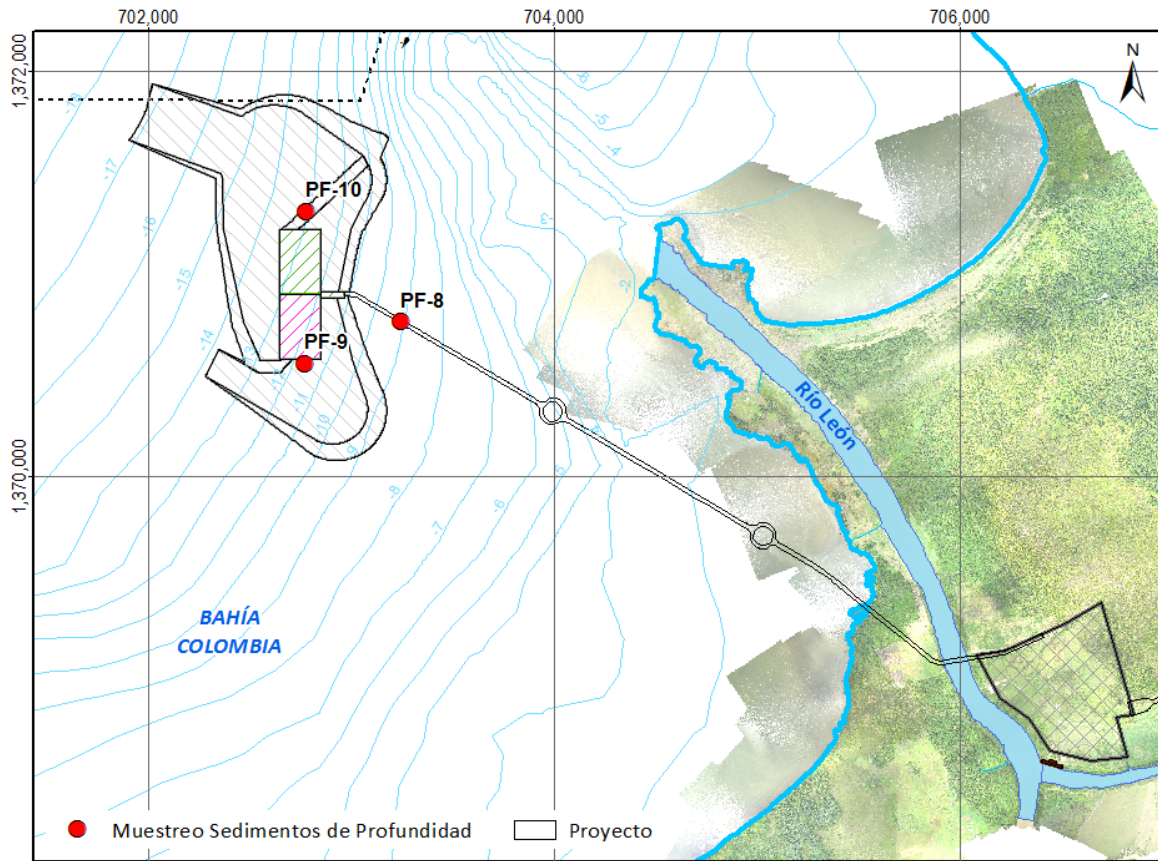


Figura No. 5.214 Ubicación de las perforaciones
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

La perforación PF-08 se encuentra ubicada en la zona del viaducto y no será necesario realizar dragado en este punto. Los otros dos puntos (PF-09 y PF-10) corresponden a las zonas donde se realizarían los dragados de profundización para adecuar las áreas de maniobras de los buques y embarcaciones de gran calado que llegarán al terminal marítimo en la etapa de operación.²⁷⁴

De cada perforación se tomaron cuatro (4) muestras a diferentes profundidades, de tal forma que a partir de los análisis pudieran inferirse los diferentes aspectos ambientales asociados a la actividad de dragado y a su vez, anticipar los posibles efectos en la columna de agua de la deposición del material dragado en la zona

²⁷⁴ ALVAREZ-GUERRA, M., VIGURI, J. R., CASADO-MARTÍNEZ, M. C., & DELVALLS, T. Á. (2007). Sediment Quality Assessment and Dredged Material Management in Spain: Part I, Application of Sediment Quality Guidelines in the Bay of Santander. Integrated Environmental Assessment and Management, 3(4), 529. http://doi.org/10.1897/IEAM_2006-055.1

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 397 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

asignada como botadero y así, proponer medidas de manejo ante los impactos ambientales que se pudieran presentar.

- Resultados obtenidos de los muestreos de sedimentos de profundidad

En la Tabla No. 5.79 se presentan los resultados obtenidos de los análisis efectuados por cada laboratorio.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 398 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:

Tabla No. 5.79. Resultados de análisis de la calidad físico-química de los sedimentos marinos de profundidad

Parámetro	PF-8				PF-9				PF-10				CEDEX (España)		
	M1 9,0 - 9,6 m	M2 12,0 - 12,6 m	M3 18,0-18,6 m	M4 20,5- 21,1 m	M1 12,0-12,6 m	M2 15,0-15,6 m	M3 18,0-18,6 m	M4 21,0-21,6 m	M1 13,0-13,6 m	M2 15,75-16,35 m	M3 18,5-19,1 m	M4 21,25-21,50 m	AL1	AL2	
Físicos	Temperatura (°C)	23,4	24,3	24,1	24,2	24	23,7	23,6	24,6	24,1	23,9	24	24,1	-	-
	Potencial de Hidrogeno - pH	8,13	8,15	8,34	8,49	7,92	8,34	8,36	6,56	6,28	8,16	8,28	8,35	-	-
Químicos	Grasas y aceites (mg/kg)	525	386	510	514	546	925	891	676	533	1064	432	<200	-	-
	Arsénico (mg/kg)	4,6	4,4	5	4,6	4,6	5	5,6	6	4,2	4,8	3	4,6	80,00	200,00
	Bario (mg/kg)	24,3	25,1	<23,0	<23,0	59,8	<23,0	24,8	52,2	73,1	<23,0	<23,0	<23,0	-	-
	Cadmio (mg/kg)	<7.72	<7.72	<7,72	<7,72	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	1,00	5,00
	Zinc (mg/kg)	36	32	32	32	38	42	30	32	32	30	32	34	500,00	3000,00
	Cromo (mg/kg)	56	52	66	60	58	66	144	56	48	64	50	60	200,00	1000,00
	Cromo hexavalente (mg/kg)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	-	-
	Cobre (mg/kg)	63,7	73,8	68,1	59,3	61,4	59,5	66,1	46,1	<27.5	66,9	62,3	31,3	100,00	400,00
	Mercurio (mg/kg)	2	<1.8	1,8	<1.8	3,2	<1.8	2,2	<1.8	<1.8	2	<1.8	<1.8	0,60	3,00
	Níquel (mg/kg)	56	60	66	64	60	66	70	56	54	64	46	66	100,00	400,00
	Plomo (mg/kg)	24	20	28	24	20	36	32	32	<20	32	22	26	120,00	600,00
	Selenio (mg/kg)	0,15	0,161	0,147	0,132	0,152	0,136	0,142	0,155	0,153	0,133	0,136	0,141	-	-
	Hidrocarburos Totales %	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	-	-
	Fenoles (mg/kg)	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	-	-
	HAPs (mg/kg)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-
Carbono Orgánico Total (mg/kg)	22545	35121	31069	28832	19713	24001	24046	24341	15676	23469	15789	22612	-	-	
Fósforo Total (mg/kg)	<1.50	<1.50	3,51	1,68	2,16	5,81	7,95	1,68	2	5,02	6,6	8,79	-	-	
Nitrógeno Total (mg/kg)	1543,13	1480,86	1789	2840,62	1623,97	1309,67	1965,04	1366	1497,27	1390,47	2717,91	4385,62	-	-	
Sulfuro Ácido Volátil (SAV) (%P/P)			9,26		7,52	2,15			6,90	1,00			-	-	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 399 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Análisis y comparación con la normatividad

Características visuales de las muestras

Las características visuales de las muestras variaban en función de la profundidad a la que se tomaban. De manera general se podría decir:

- o Las muestras de la capa más cercana a la superficie del lecho marino (9,0-9,6 m) estaban conformadas por arcilla limosa con alta humedad y plasticidad, además de poseer una consistencia blanda.
- o En las muestras tomadas en la siguiente profundidad (12,0-12,6 m) se presentó arcilla gris verdosa con algo de limo, alta humedad y consistencia blanda.
- o Los análisis de sedimentos de la capa posterior en profundidad (18,0-18,6 m), permitieron observar una capa de arcilla gris con algo de limo, plasticidad alta y humedad alta.
- o Finalmente, las muestras de la capa más profunda (20,5-21,1 m) podrían describirse como arcilla gris verdosa con alta plasticidad y humedad.

Esta predominancia de lechos arcillosos y lodosos está relacionada en gran medida por los aportes de sedimentos provenientes de los principales ríos de la zona, dentro de los cuales se encuentran algunos brazos del río Atrato y el río León.²⁷⁵

Comparación con la normatividad

Colombia no cuenta con una normatividad respecto a las características de los sedimentos marinos producto del material de dragado. Por esta razón, como valores guía para la comparación de los resultados de los análisis fisicoquímicos, se adoptaran los establecidos por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) de España²⁷⁶. Este documento establece unos niveles de acción en función de la concentración determinada para cada parámetro evaluado. A partir de esos niveles, se clasifican los sedimentos en cuatro categorías.

²⁷⁵ CHEVILLOT, P., MOLINA, A., GIRALDO, L., & MOLINA, C. (1993). Estudio geológico e hidrológico del Golfo de Urabá. Boletín Científico CIOH, (14), 79–89.

²⁷⁶ MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE. (1994). Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles. Madrid, España.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 400 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

La comparación con la normatividad española se realiza para cada punto de manera independiente, indicando la categoría correspondiente para aquellos parámetros que cuentan con valores de referencia. Es importante aclarar que algunos de los parámetros evaluados no cuentan con valores de referencia a nivel internacional, por tal razón no es posible clasificarlos de acuerdo con una norma, en cambio, se utilizaran como referentes las investigaciones relacionadas publicadas en revistas científicas reconocidas internacionalmente.


La Tabla No. 5.80 muestra los valores umbral asociado a cada nivel de acción para cada parámetro analizado.

Tabla No. 5.80. Valores asociados a los Niveles de Acción 1 y 2 en la norma española

Parámetro		CEDEX (España) ²⁷⁷	
		AL1 (mg/kg)	AL2 (mg/kg)
Físicos	Temperatura	-	-
	Potencial de Hidrogeno - pH	-	-
Químicos	Grasas y aceites	-	-
	Arsénico	80,00	200,00
	Bario	-	-
	Cadmio	1,00	5,00
	Zinc	500,00	3000,00
	Cromo	200,00	1000,00
	Cromo hexavalente	-	-
	Cobre	100,00	400,00
	Mercurio	0,60	3,00
	Níquel	100,00	400,00
	Plata	-	-
	Plomo	120,00	600,00
	Selenio	-	-
	Hidrocarburos Totales	-	-
	Fenoles	-	-
	HAP's	-	-
	Carbono Orgánico Total	-	-
Sulfuro Ácido Volátil	-	-	
Fósforo Total	-	-	
Nitrógeno Total	-	-	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

²⁷⁷ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 401 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

De acuerdo a la clasificación hecha por CEDEX²⁷⁸ se establece lo siguiente:

AL1 y AL2: Son los niveles de acción 1 y 2, los cuales corresponden a los valores límites utilizados para la clasificación del grado de contaminación del material dragado de acuerdo a las siguientes categorías:

- *Categoría I:* Cuando el valor es menor a AL1. A esta categoría pertenecen los materiales dragados procedentes de los fondos portuarios cuyos efectos químicos y/o bioquímicos sobre los ecosistemas marinos son insignificantes.
- *Categoría II:* Cuando el valor obtenido se encuentra entre AL1 y AL2. En este caso existe una concentración moderada de los contaminantes y los vertimientos del material dragado al mar deberán efectuarse teniendo en cuenta consideraciones especiales relacionadas con la selección del lugar, la evaluación de los impactos y los programas de vigilancia ambiental en la zona.
- *Categoría III:* Cuando se supera el valor de AL2. A esta categoría pertenecen los materiales dragados con una alta concentración de contaminantes, por consiguiente deberán ser aislados de las aguas marinas o ser sometidos a tratamientos especiales previa disposición en la zona de vertimiento.²⁷⁹



Dentro de la categoría III encontramos dos subgrupos:

- La categoría IIIa. Dentro de esta categoría se encuentran los materiales cuya concentración de contaminantes exceden el nivel de acción 02 pero están por debajo de ocho (08) veces el valor de AL2. Corresponde a materiales que requieren técnicas de gestión de aislamiento blandas tales como el confinamiento subacuático y el vertido en recinto acuático o terrestre.²⁸⁰
- La categoría IIIb son aquellos materiales cuya concentración de contaminantes es superior a ocho (08) veces el valor de AL2. Requieren técnicas de tratamiento y almacenamiento duro, como el vertido en recintos con características específicas (paredes impermeables, dispositivos de control de lixiviados, entre otros) para el almacenamiento de estos, el tratamiento “on line” antes de realizar los vertimiento en el mar y la solidificación o inertización para la disposición en tierra.

²⁷⁸ Ibid.

²⁷⁹ Ibid.

²⁸⁰ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 402 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Para una mejor visualización de las comparaciones entre los resultados y la norma española, se asignará a cada categoría un color, tal como se muestra en la Tabla No. 5.81.

Tabla No. 5.81. Categoría CEDEX para material dragado en función de la concentración de contaminantes

Categoría I	
Categoría II	
Categoría IIIa	
Categoría IIIb	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

Con base en la información anterior, se procede a realizar el análisis de los resultados obtenidos en cada perforación. A continuación se presentan las concentraciones correspondientes a las diferentes muestras de cada punto.

❖ Perforación PF8

En la Tabla No. 5.82 se comparan los resultados de todas las muestras tomadas en la perforación PF8 con la norma CEDEX²⁸¹ y se clasifica por color y categoría de acuerdo a la Tabla No. 5.81.

Tabla No. 5.82. Comparación de resultados en PF8 con la norma española y clasificación del resultado

Parámetro		PF-8				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
		M1 9,0 - 9,6 m	M2 12,0 - 12,6 m	M3 18,0 - 18,6 m	M4 20,5- 21,1 m	AL1	AL2	
Físicos	Temperatura (°C)	23,4	24,3	24,1	24,2	-	-	N/A
	Potencial de Hidrogeno - pH	8,13	8,15	8,34	8,49	-	-	N/A
Químicos	Grasas y aceites (mg/kg)	525	386	510	514	-	-	N/A
	Arsénico (mg/kg)	4,6	4,4	5	4,6	80,00	200,00	I
	Bario (mg/kg)	24,3	25,1	<23.0	<23.0	-	-	N/A
	Cadmio (mg/kg)	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	1,00	5,00	N/A
	Zinc (mg/kg)	36	32	32	32	500,00	3000,00	I

²⁸¹ MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE. (1994). Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles. Madrid, España.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 403 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Parámetro	PF-8				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
	M1 9,0 - 9,6 m	M2 12,0 - 12,6 m	M3 18,0 - 18,6 m	M4 20,5- 21,1 m	AL1	AL2	
Cromo (mg/kg)	56	52	66	60	200,00	1000,00	I
Cromo hexavalente (mg/kg)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	-	-	N/A
Cobre (mg/kg)	63,7	73,8	68,1	59,3	100,00	400,00	I
Mercurio (mg/kg)	2	<1.8	1,8	<1.8	0,60	3,00	II
Níquel (mg/kg)	56	60	66	64	100,00	400,00	I
Plata (mg/kg)	<18	<18	<18	<18	-	-	N/A
Plomo (mg/kg)	24	20	28	24	120,00	600,00	I
Selenio (mg/kg)	0,15	0,161	0,147	0,132	-	-	N/A
Hidrocarburos Totales %	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	-	-	N/A
Fenoles (mg/kg)	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	-	-	N/A
HAP's (mg/kg)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-	N/A
Carbono Orgánico Total (mg/kg)	22545	35121	31069	28832	-	-	N/A
Fósforo Total (mg/kg)	<1.50	<1.50	3,51	1,68	-	-	N/A
Nitrógeno Total (mg/kg)	1543,13	1480,86	1789	2840,62	-	-	N/A
Sulfuro Ácido Volátil (SAV) (%P/P)			9.26				N/A

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

El arsénico, zinc, cromo, cobre, níquel y plomo, se ubicaron muy por debajo del límite que define el Nivel de acción 1. De otro lado, las concentraciones de mercurio se registraron en el rango de 0.6 – 3.0 mg/kg para las muestras M1 y M3.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla No. 5.82, el material de dragado de las profundidades 9,0-9,6 m y 18,0-18,6 m, pertenece a la categoría II dado que el mercurio alcanza una concentración moderada. Para los demás contaminantes, las concentraciones no alcanzan niveles de riesgo para el ecosistema acuático.

El resultado de la muestra M1 (9,0 – 9,6 m) es de particular interés para el presente estudio, debido a que se encuentra a una profundidad a la que se realizará dragado. Mientras que la muestra M3 (18,0-18,6 m) hace parte solo de la caracterización del área de influencia debido a que el dragado no alcanzará esa profundidad en este punto.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 404 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

Adicionalmente, cabe aclarar que las muestras M2 (12,0-12,6m) y M4 (20,5-21,1m) presentaban concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio, por esta razón fue posible definir la clasificación de las muestras de acuerdo con las categorías del CEDEX.

❖ Perforación PF9

En la Tabla No. 5.83 se comparan los resultados de todas las muestras tomadas a diferentes profundidades en la perforación PF9 con la norma CEDEX.

Tabla No. 5.83. Comparación de resultados en PF9 con la norma española y clasificación del resultado.



Parámetro		PF-9				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
		M1 12,0- 12,6 m	M2 15,0- 15,6 m	M3 18,0- 18,6 m	M4 21,0- 21,6 m	AL1	AL2	
Físicos	Temperatura (°C)	24	23,7	23,6	24,6	-	-	N/A
	Potencial de Hidrogeno - pH	7,92	8,34	8,36	6,56	-	-	N/A
Químicos	Grasas y aceites (mg/kg)	546	925	891	676	-	-	N/A
	Arsénico (mg/kg)	4,6	5	5,6	6	80,00	200,00	I
	Bario (mg/kg)	59,8	<23.0	24,8	52,2	-	-	N/A
	Cadmio (mg/kg)	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	1,00	5,00	N/A
	Zinc (mg/kg)	38	42	30	32	500,0 0	3000,0 0	I
	Cromo (mg/kg)	58	66	144	56	200,0 0	1000,0 0	I
	Cromo hexavalente (mg/kg)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	-	-	N/A
	Cobre (mg/kg)	61,4	59,5	66,1	46,1	100,0 0	400,00	I
	Mercurio (mg/kg)	3,2	<1.8	2,2	<1.8	0,60	3,00	IIIa

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 405 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Parámetro	PF-9				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
	M1 12,0- 12,6 m	M2 15,0- 15,6 m	M3 18,0- 18,6 m	M4 21,0- 21,6 m	AL1	AL2	
Níquel (mg/kg)	60	66	70	56	100,0 0	400,00	I
Plata (mg/kg)	<18	<18	<18	<18	-	-	N/A
Plomo (mg/kg)	20	36	32	32	120,0 0	600,00	I
Selenio (mg/kg)	0,152	0,136	0,142	0,155	-	-	N/A
Hidrocarburos Totales %	<0.0062 5	<0.0062 5	<0.0062 5	<0.0062 5	-	-	N/A
Fenoles (mg/kg)	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	-	-	N/A
HAP's (mg/kg)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-	N/A
Carbono Orgánico Total (mg/kg)	19713	24001	24046	24341	-	-	N/A
Fósforo Total (mg/kg)	2,16	5,81	7,95	1,68	-	-	N/A
Nitrógeno Total (mg/kg)	1623,97	1309,67	1965,04	1366	-	-	N/A
Sulfuro Ácido Volátil (SAV) (%P/P)	7.52	2.15					

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

Al igual que en el punto PF8, el arsénico, zinc, cromo, cobre, níquel y plomo, se ubicaron muy por debajo del límite que define el Nivel de acción 1. Por su parte, las concentraciones de mercurio de la muestra M1 (profundidad entre 12,0-12,6 m) sobrepasaron en un 6% el nivel de acción 02 ya que la norma establece un límite de 3 mg/kg y en la muestra se encontró 3,2 mg/kg encontrándonos muy cerca del umbral, y se puede observar en la muestra de la siguiente profundidad M2, que la concentración de mercurio es inferior a 1,8 mg/kg de Hg, estableciéndonos en el Nivel de acción 02, por lo que podemos pensar que no se trata de una zona con alto grado de concentraciones de mercurio ya que solamente sobrepaso el nivel de acción 02 en un porcentaje muy bajo; cercano al margen de error de la misma

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 406 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

prueba. De otro lado, a mayor profundidad en la muestra M3 (profundidad entre 18,0-18,6 m) estuvieron en el rango entre 0,6-3,0 mg/kg de Hg, confirmando así lo antes analizado.

Por lo tanto, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla No. 5.83, el material que será dragado de la muestra M1 (profundidad entre 12 – 12.6 m) pertenece a la categoría IIIa y el material de las muestras M2 y M3 (profundidad entre 15 -15,6 y 18 – 18,6 m respectivamente) pertenecen a la categoría II; dicho material no será dragado, Para los demás contaminantes, las concentraciones no alcanzan niveles de riesgo para el ecosistema acuático.

Por otro lado, es importante aclarar que las muestras M2 (profundidad entre 15,0-15,6m) y M4 (profundidad entre 21,0-21,6 m) presentaron concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio, por esta razón no es posible definir la clasificación de las muestras de acuerdo con las categorías del CEDEX.

❖ Perforación PF10

En la Tabla No. 5.84 se comparan los resultados de todas las muestras tomadas para diferentes profundidades en la perforación PF10 con la norma CEDEX

Tabla No. 5.84. Comparación de resultados en PF10 con la norma española y clasificación del resultado.

Parámetro	PF-10				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX	
	M1 13,0-13,6 m	M2 15,75- 16,35 m	M3 18,5-19,1 m	M4 21,25- 21,50 m	AL1	AL2		
Físicos	Temperatura (°C)	24,1	23,9	24	24,1	-	-	N/A
	Potencial de Hidrogeno - pH	6,28	8,16	8,28	8,35	-	-	N/A
Químicos	Grasas y aceites (mg/kg)	533	1064	432	<200	-	-	N/A
	Arsénico (mg/kg)	4,2	4,8	3	4,6	80,00	200,00	I
	Bario (mg/kg)	73,1	<23.0	<23.0	<23.0	-	-	N/A
	Cadmio (mg/kg)	<7.72	<7.72	<7.72	<7.72	1,00	5,00	N/A
	Zinc (mg/kg)	32	30	32	34	500,00	3000,00	I
	Cromo (mg/kg)	48	64	50	60	200,00	1000,00	I
	Cromo hexavalente (mg/kg)	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	-	-	N/A
	Cobre (mg/kg)	<27.5	66,9	62,3	31,3	100,00	400,00	I
Mercurio (mg/kg)	<1.8	2	<1.8	<1.8	0,60	3,00	II	

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 407 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Parámetro	PF-10				CEDEX (España)		Clasificación del resultado con la Categoría CEDEX
	M1 13,0-13,6 m	M2 15,75-16,35 m	M3 18,5-19,1 m	M4 21,25-21,50 m	AL1	AL2	
Níquel (mg/kg)	54	64	46	66	100,00	400,00	I
Plata (mg/kg)	<18	<18	<18	<18	-	-	N/A
Plomo (mg/kg)	<20	32	22	26	120,00	600,00	I
Selenio (mg/kg)	0,153	0,133	0,136	0,141	-	-	N/A
Hidrocarburos Totales %	<0.00625	<0.00625	<0.00625	<0.00625	-	-	N/A
Fenoles (mg/kg)	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35	-	-	N/A
HAP's (mg/kg)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	-	N/A
Carbono Orgánico Total (mg/kg)	15676	23469	15789	22612	-	-	N/A
Fósforo Total (mg/kg)	2	5,02	6,6	8,79	-	-	N/A
Nitrógeno Total (mg/kg)	1497,27	1390,47	2717,91	4385,62	-	-	N/A
Sulfuro Ácido Volátil (SAV) (%P/P)	6,9	1,00					

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

En la perforación PF10 se mantiene la tendencia de los puntos anteriores, donde la mayoría de parámetros cumplen con lo establecido por la norma española: el arsénico, zinc, cromo, cobre, níquel y plomo, se ubicaron muy por debajo del límite que define el Nivel de acción 1. Por su parte, las concentraciones de mercurio de la muestra M2 (profundidad entre 15,75-16,35 m) estuvieron en el rango entre 0,6-3,0 mg/kg de Hg.

Por lo tanto, de acuerdo con los resultados presentados en la Tabla No. 5.84, el material de dragado de la muestra M2 pertenece a la categoría II, dado que el mercurio alcanza una concentración moderada. Para los demás contaminantes, las concentraciones no alcanzan niveles de riesgo para el ecosistema acuático.

De otro lado, es importante aclarar que las muestras M1(13,0-13,6 m), M3 (18,5-19,1 m) y M4 (21,25-21,50 m) presentaron concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio, por esta razón no es posible definir la clasificación de las muestras de acuerdo con las categorías del CEDEX.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 408 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Análisis de resultados

A continuación se analizan los resultados obtenidos en las muestras de sedimentos marinos de profundidad, extraídas en tres (3) puntos ubicados en Bahía Colombia – Golfo de Urabá.

❖ **Parámetros físicos: temperatura y pH**

La temperatura y el pH de los sedimentos presentaron valores dentro de los rangos típicos en ecosistemas marinos. La temperatura promedio de todas las muestras tomadas en los puntos PF8, PF9 y PF10 fue de 24°C, sin que se presentaran variaciones significativas entre las muestras tomadas en un mismo punto. Ver Figura No. 5.215.

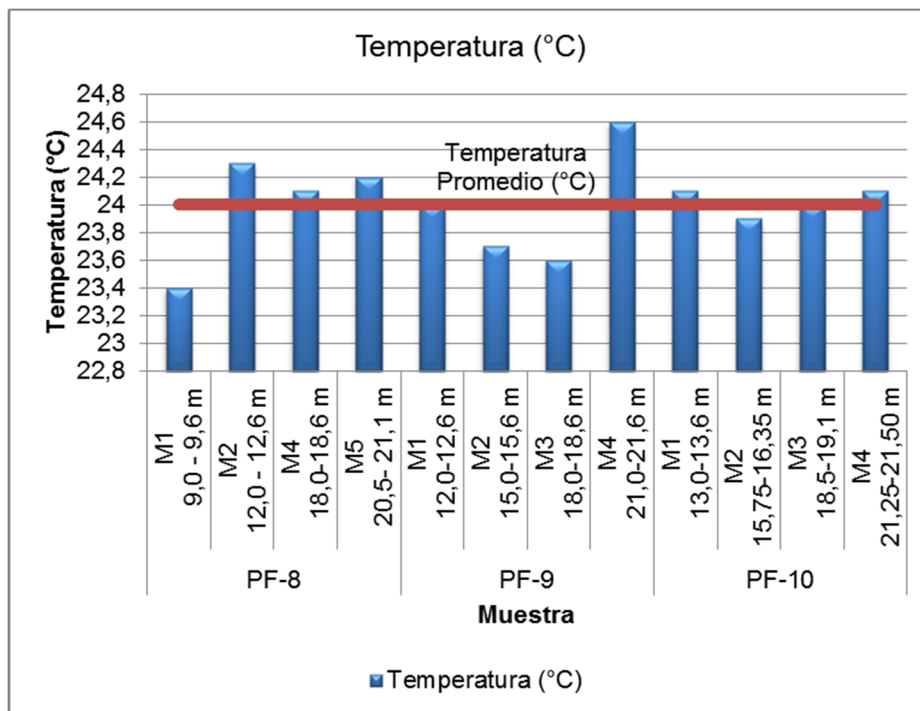



Figura No. 5.215. Comportamiento de la temperatura
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

Con relación al pH, promediando los resultados obtenidos en cada punto se tuvo que el pH en el punto PF8 fue de 8,3, en el punto PF9 fue de 7,9 y en el punto PF10 fue de 7,8 por lo que se consideran sedimentos ligeramente alcalinos. Ver Figura No. 5.216

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 409 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

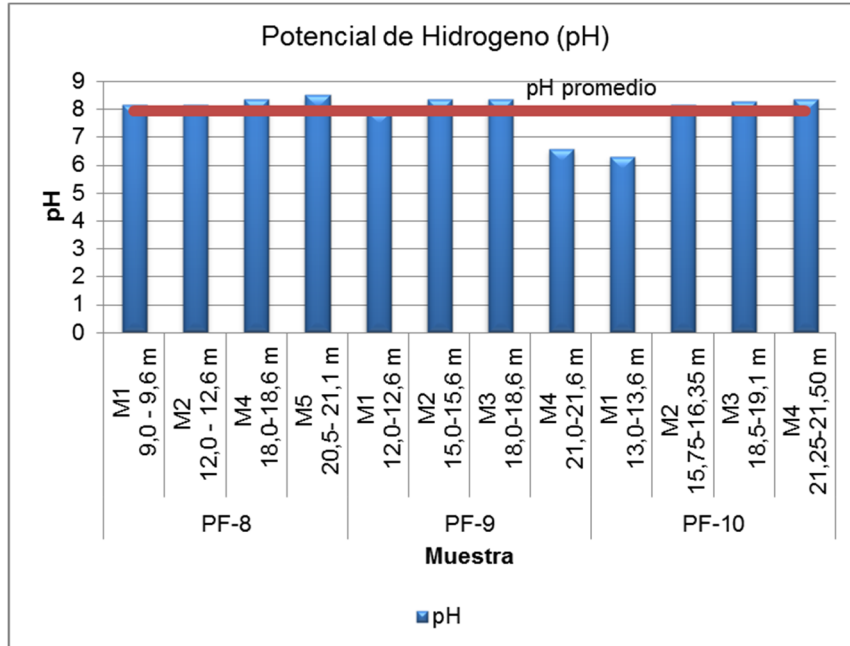



Figura No. 5.216. Comportamiento del pH
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

❖ **Parámetros químicos: compuestos orgánicos y elementos traza (inorgánicos)**

Dentro de todos los elementos y compuestos caracterizados, solo para algunos elementos traza se contó con información de referencia (internacional) a partir de la cual se pudo establecer la calidad del sedimento marino. Así, por ejemplo, el bario es un elemento que no cuenta con información sobre los efectos ambientales que puede tener en los sedimentos marinos. De manera similar ocurre con el Selenio cuyos estudios se enfocan a la movilización y efectos de este elemento en la matriz agua y suelos, excluyendo los sedimentos.

Por otro lado, elementos como el cadmio, cinc, cromo, cobre, mercurio, níquel y plomo, han sido ampliamente estudiados debido a su importancia ambiental, a los efectos producidos sobre la biota acuática, al potencial de bioacumulación y a su persistencia. Los resultados obtenidos para estos elementos fueron comparados con los valores de calidad del sedimento marino desarrollados en España²⁸², aplicables principalmente para el material dragado.

²⁸² MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS TRANSPORTE Y MEDIO AMBIENTE. (1994). Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles. Madrid, España.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 410 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Es importante caracterizar estos iones ya que, si bien algunos son considerados como micronutrientes y son esenciales para los organismos (Na, K, Ca, Cu, Fe, Mn y Zn), otros son considerados como iones tóxicos y de ninguna utilidad biológica (Pb, Cd, Hg y Ag).²⁸³

❖ Arsénico (As)

La presencia en estas concentraciones se debe principalmente a aportes de origen natural producto de la meteorización de la roca parental. Por otro lado, pueden haber pequeños aportes derivados de la actividad agrícola en la zona.

Al comparar los resultados con los valores de referencia de la normativa española (ver Figura No. 5.217) se puede observar que todos los resultados están por debajo del Nivel de acción 01 (AL-01), es decir, que con relación al arsénico, los sedimentos pertenecen a la Categoría I y no existe ningún efecto significativo sobre el ecosistema.

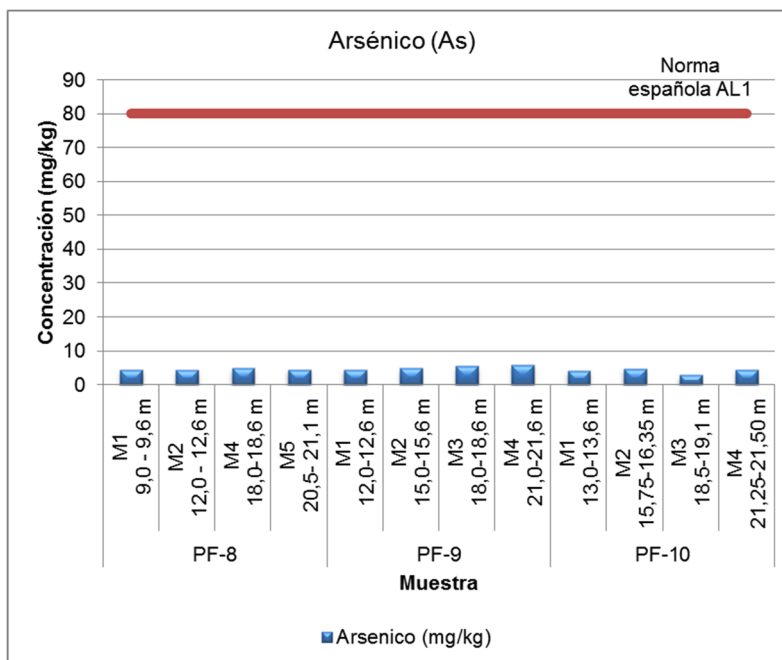




Figura No. 5.217. Comportamiento del Arsénico
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

²⁸³ MARRUGO NEGRETE, J. L., & PATERNINA URIBE, R. (2011). Evaluación de la Contaminación por metales pesados en la Ciénaga de la Soledad y Bahía de Cispatá, Cuenca del Bajo Sinú, Departamento de Córdoba. Universidad de Córdoba. Retrieved from http://web.www3.unicordoba.edu.co/sites/default/files/Informe_Final_FCB_10-08_Jos%C3%A9_Luis_Marrugo_Negrete.pdf

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 411 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Cadmio (Cd)

Las principales fuentes de este elemento son el lavado de suelos agrícolas y los aportes de la minería, actividades que constituyen la base productiva de la región de Urabá, principalmente con la explotación de maderas de bosque natural, la extracción de oro y platino y los cultivos de arroz²⁸⁴.

Según la normativa española, para que el sedimento se clasifique en Categoría I, la concentración de este elemento debería ser inferior a 1.00 mg/kg, y para que se clasifique como Categoría II, la concentración debería estar entre 1.00 mg/kg y 5.00 mg/kg. En caso de superar este último valor, se clasificaría como material de categoría III.

Sin embargo, dado que el límite mínimo de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio fue de 7,72 mg/kg, no es posible comparar los resultados con el estudio mencionado.

❖ Cobre (Cu)

El cobre es un metal que de manera natural se presenta en rocas, suelo, agua y aire. Y resulta esencial para el metabolismo de plantas, animales y humanos. Algunas fuentes específicas de este metal son el viento, las partículas volcánicas, incendios forestales y procesos biogénicos. También es posible que el cobre esté relacionado con los vertimientos de plantas de tratamiento de lodos²⁸⁵.

Al comparar los resultados con los valores de referencia de la normativa española (Figura No. 5.218) se puede observar que todos los resultados están por debajo del Nivel de acción 01 (AL-01), es decir, que con relación al cobre, los sedimentos pertenecen a la Categoría I y no existe ninguna incidencia negativa sobre el ecosistema.

²⁸⁴ RUIZ MUÑOZ, N., MÁRQUEZ GARCÍA, G. J., TORRES ACEVEDO, C. A., & SUAZA PALACIO, S. A. (N.D.). El uraba antioqueño: Un mar de oportunidades y potencialidades. Perfil subregional. Medellín, Colombia. Retrieved from http://antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/planeacion/descargas/perfiles/Perfil_Subregional_Uraba.pdf

²⁸⁵ MARRUGO NEGRETE, J. L., & PATERNINA URIBE, R. (2011). Evaluación de la Contaminación por metales pesados en la Ciénaga de la Soledad y Bahía de Cispatá, Cuenca del Bajo Sinú, Departamento de Córdoba. Universidad de Córdoba. Retrieved from http://web.www3.unicordoba.edu.co/sites/default/files/Informe_Final_FCB_10-08_Jos%C3%A9_Luis_Marrugo_Negrete.pdf

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 412 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

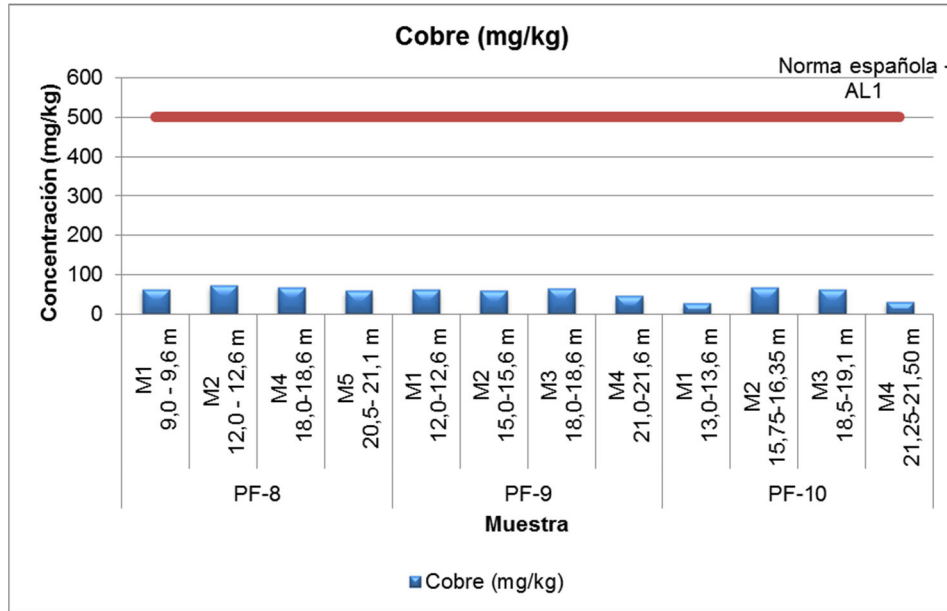


Figura No. 5.218. Comportamiento del Cobre
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

❖ Cromo (Cr)

La presencia de este elemento se manifiesta generalmente por causas naturales y por aportes de la actividad agrícola, similar a lo que ocurre con el arsénico.

Realizando la comparación con la normativa española, el cromo es otro de los metales que se encuentra por debajo del límite del Nivel de acción 1 (AL1), lo que significa que la concentración en el material que sería dragado no representaría ninguna inferencia por este elemento sobre el medio acuático. Ver Figura No. 5.219.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 413 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

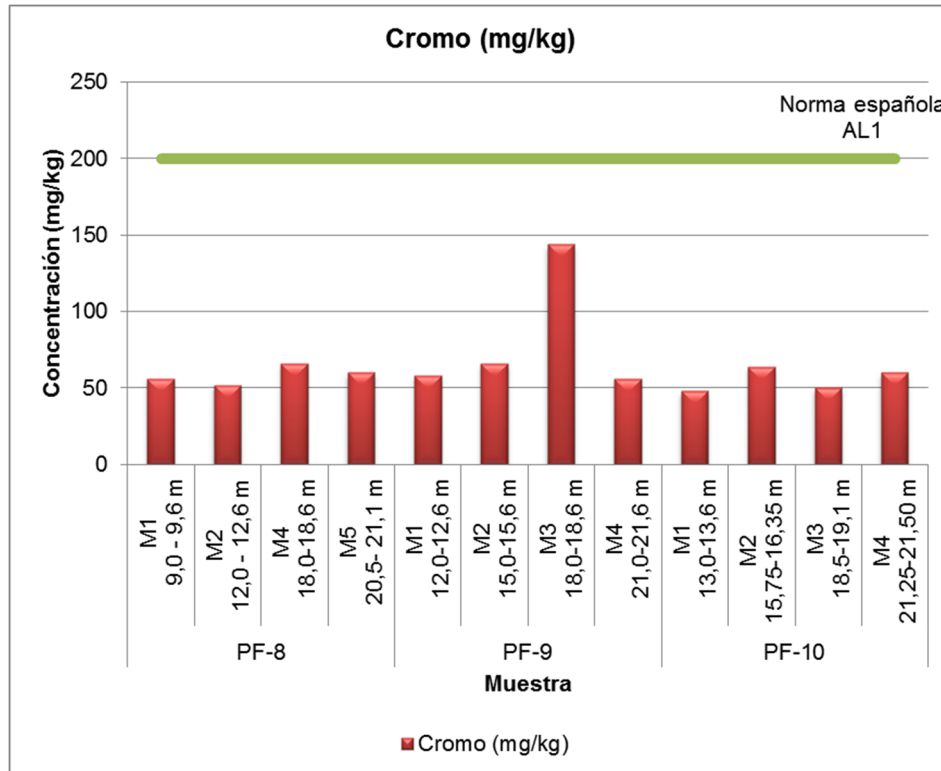


Figura No. 5.219. Comportamiento del Cromo
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)


❖ Mercurio (Hg)

La forma química más común de este elemento en el ambiente es el Metilmercurio, producido principalmente por la actividad microbiológica de organismos presentes en el agua y en el suelo. La producción de éste se incrementa con la presencia de mercurio metálico²⁸⁶.

El principal problema de este metal en el ambiente, además de la toxicidad, es la persistencia y la bioacumulación. Es por eso que después de muchos años las concentraciones pueden mantenerse elevadas, incluso sin una fuente que genere nuevos aportes²⁸⁷. Además, si se trata de Metilmercurio, que es la forma más tóxica, la bioacumulación y la persistencia se facilitan en la cadena trófica debido a su alta solubilidad en lípidos y la facilidad para atravesar membranas en el organismo.

²⁸⁶ Ibid.

²⁸⁷ COGUA, P., CAMPOS-CAMPOS, N. H., & DUQUE, G. (2012). Concentración de Mercurio total y Metilmercurio en sedimento y seston de la Bahía de Cartagena, Caribe colombiano. *Invemar*, 41(2), 267–285.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 414 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Por otro lado, los sedimentos constituyen el principal receptor de mercurio en los ecosistemas acuáticos debido a que sus formas orgánicas tienden a adsorberse sobre el material en suspensión que tiende a sedimentarse y acumularse en el lecho a lo largo de los años. Tal como lo plantea Cogua “Los análisis de sedimentos acuáticos tienen un papel especial en la valoración de la contaminación por mercurio, porque sus resultados pueden revelar el estatus actual de la deposición ambiental”²⁸⁸.

Después de comparar los resultados obtenidos por el laboratorio con la normativa española (Ver Figura No. 5.220), se pudieron observar tres condiciones:

- a) En siete (07) de las muestras analizadas (Las muestras M2 y M4 del punto PF8; las muestras M2 y M4 del punto PF9; y las muestras M1, M3 y M4 del punto PF10), la concentración fue inferior al límite de detección de la técnica analítica empleada.
- b) Cuatro (04) de las muestras (las muestras M1 y M3 del punto PF8; la muestra M3 del punto PF9; y la muestra M2 del punto PF10) registraron concentraciones entre 0,6 y 3,0 mg/kg. Por consiguiente, según las indicaciones de la normativa española, el sedimento se clasifica como Categoría II y la concentración del contaminante es moderada, razón por la cual deberán tenerse en cuenta aspectos como la selección del lugar, la evaluación de impactos y la elaboración de un plan de monitoreo y vigilancia, para poder realizar los vertimientos del material dragado.
- c) Tan solo una de las muestras (muestra M1 del punto PF9) superó en un 6% el Nivel de Acción 2 (AL2) establecido por la norma española. Por esta razón, se asigna la Categoría III, subcategoría IIIa, al material de dragado del punto PF9, siendo muy exigentes ya que como se mencionó anteriormente nos encontramos muy cerca del umbral de la categoría de acción 2.

Teniendo en cuenta lo anterior, el material de la primera capa a ser dragada, deberá depositarse en la zona central del botadero, para posteriormente ser cubierto con el material proveniente de las siguientes capas de dragado cuyas concentraciones de mercurio están por debajo del nivel de acción 2; y de esta forma evitar una posible alteración del ecosistema circundante a la zona de vertimiento.

²⁸⁸ COGUA, P., CAMPOS-CAMPOS, N. H., & DUQUE, G. (2012). Concentración de Mercurio total y Metilmercurio en sedimento y seston de la Bahía de Cartagena, Caribe colombiano. *Invemar*, 41(2), 267–285

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 415 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Las presencia de mercurio podría estar asociada a actividades de minería desarrolladas en la cuenca del río Atrato, corroborando la información presentada por la Gobernación de Antioquía en el documento: “El Urabá antioqueño: un mar de oportunidades y potencialidades”, donde se afirma que esta es una de las seis áreas críticas de contaminación en el Caribe colombiano debido a la contaminación por aguas residuales domésticas, residuos de hidrocarburos disueltos y plaguicidas organoclarados²⁸⁹.

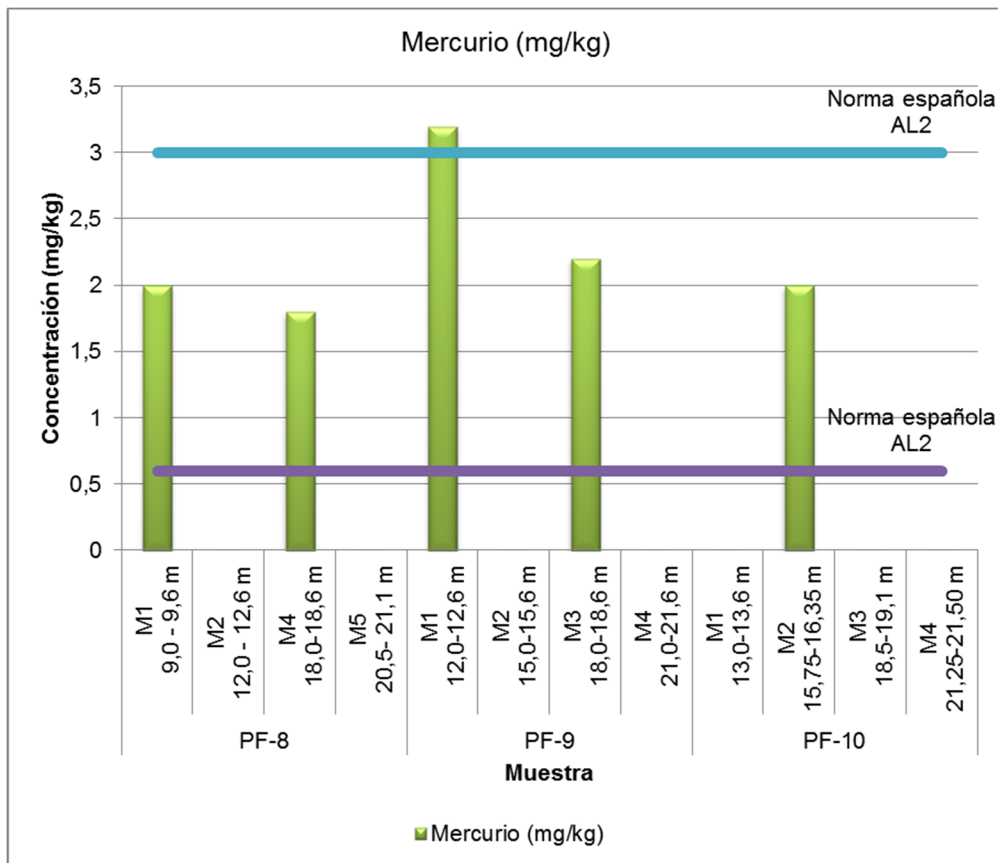


Figura No. 5.220. Comportamiento del Mercurio
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

²⁸⁹ RUIZ MUÑOZ, N., MÁRQUEZ GARCÍA, G. J., TORRES ACEVEDO, C. A., & SUAZA PALACIO, S. A. (N.D.). El uraba antioqueño: Un mar de oportunidades y potencialidades. Perfil subregional. Medellín, Colombia. Retrieved from http://antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/planeacion/descargas/perfiles/Perfil_Subregional_Uraba.pdf

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 416 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

❖ Níquel (Ni)

Es un elemento metálico ampliamente distribuido en la corteza terrestre que es utilizado para diversidad de aplicaciones a nivel industrial, razón por la cual es fácil que se produzca la contaminación con este elemento por el manejo inadecuado de residuos sólidos y vertimientos. A pesar de esto, los análisis realizados en Bahía Colombia evidenciaron concentraciones por debajo del Nivel de Acción 1 (AL1) definido por la normativa española (Figura No. 5.221). Es decir, que el material que será dragado puede ser incluido en la categoría I con relación al níquel y por lo tanto la concentración no representa ningún impacto negativo para la biota acuática.

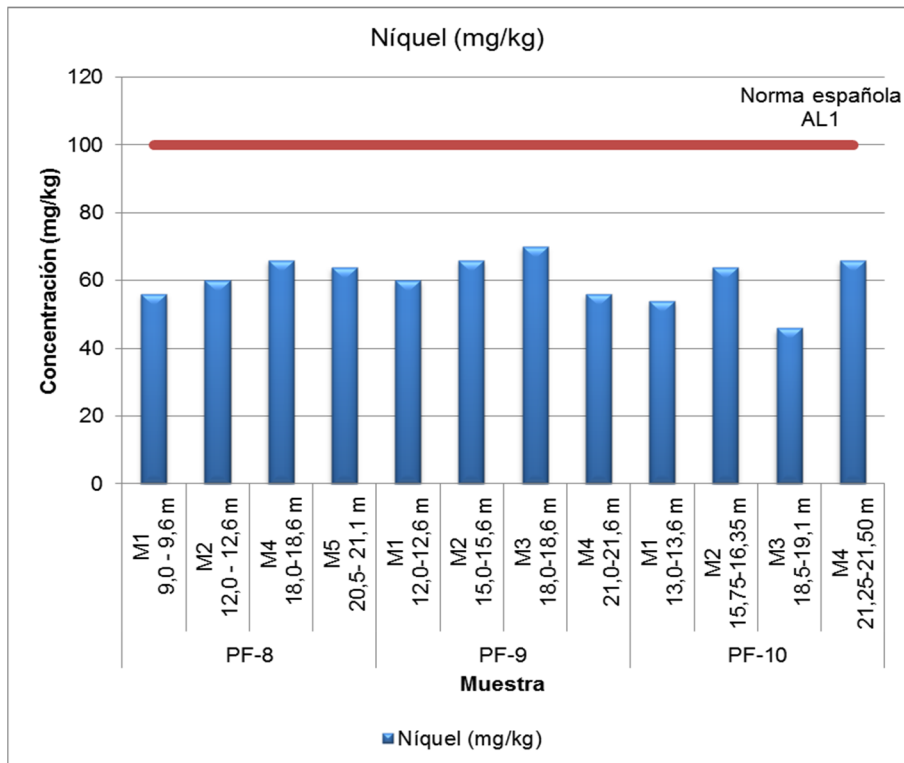



Figura No. 5.221. Comportamiento del Níquel
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

❖ Plata (Ag):

Se han realizado investigaciones donde se demuestra la toxicidad sobre bacterias, fitoplancton e invertebrados marinos, además de la fuerte bioacumulación producida en estos organismos. No obstante, el comportamiento y distribución de

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 417 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

este elemento en la columna de agua sigue siendo bastante desconocido debido a la dificultad para determinar las pequeñas concentraciones del elemento disuelto.²⁹⁰

En el 2012, a partir de investigaciones realizadas en el marco del Southern California Coastal Water Research Project, se definieron unos valores guía para clasificar la toxicidad del sedimento de acuerdo con los análisis de plata. Allí se definía un valor de Effect range-medium (ERM) de 3,5 mg/kg, es decir, a partir de esta concentración es muy probable que ocurran efectos negativos sobre la biota marina²⁹¹ Sin embargo, dado que el límite mínimo de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio está por debajo de 18 mg/kg no es posible comparar los resultados con el estudio mencionado.

❖ Plomo (Pb)

Es un metal que se encuentra de manera natural en suelos, plantas y agua a niveles traza. Resulta un elemento de importancia si se tiene en cuenta la toxicidad para los seres vivos. Los resultados obtenidos demuestran que las concentraciones registradas, se encuentran en niveles que no representan ningún peligro para los organismos de los ecosistemas marinos del golfo de Urabá. Ver Figura No. 5.222.

²⁹⁰ TAPPIN, A. D., BARRIADA, J. L., BRAUNGARDT, C. B., EVANS, E. H., PATEY, M. D., & ACHTERBERG, E. P. (2010). Dissolved silver in European estuarine and coastal waters. *Water Research*, 44(14), 4204–16. <http://doi.org/10.1016/j.watres.2010.05.022>

²⁹¹ BAY, S. M., RITTER, K. J., VIDAL-DORSCH, D. E., & FIELD, L. J. (2012). Comparison of national and regional sediment quality guidelines for classifying sediment toxicity in california. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 8(4), 597–609. <http://doi.org/10.1002/ieam.1330>

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 418 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

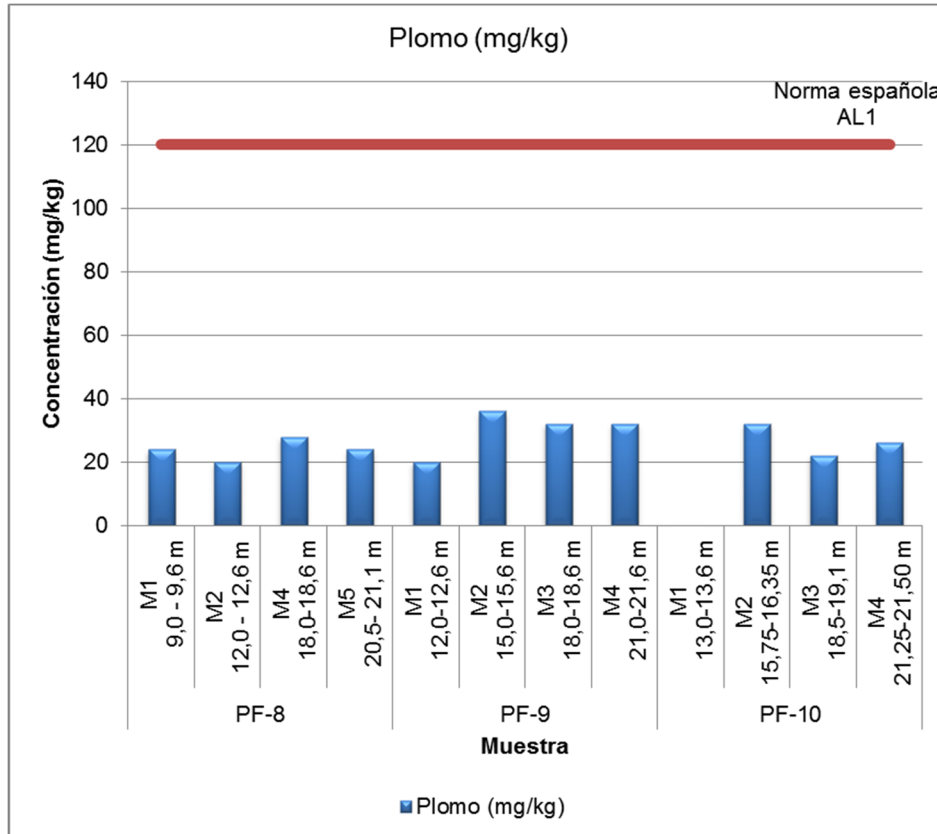


Figura No. 5.222. Comparación del Plomo
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

❖ Sulfuro Ácido Volátil (AVS)

Definido como la fracción reactiva de sulfuro en fase sólida que puede ser extraída con ácido clorhídrico frío, es uno de los componentes involucrado en la especiación y los riesgos ambientales de los metales pesados contenidos en los sedimentos. Por otro lado, se encuentran los Metales Extraídos Simultáneamente (SEM, por sus siglas en ingles) que son aquellos extraídos durante el mismo proceso analítico del AVS y están conformados, principalmente, por Cd, Cu, Ni, Pb y Zn.²⁹²

En diversos estudios se ha sugerido que la relación entre la concentración molar del AVS ([AVS], $\mu\text{mol/g}$) y la de los SEM ([SEM], $\mu\text{mol/g}$) constituye un posible

²⁹² ZHUANG, W., & GAO, X. (2013). Acid-volatile sulfide and simultaneously extracted metals in surface sediments of the southwestern coastal Laizhou Bay, Bohai Sea: concentrations, spatial distributions and the indication of heavy metal pollution status. *Marine Pollution Bulletin*, 76(1-2), 128–38. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.09.016>

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 419 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

indicador de la toxicidad de los metales en sedimentos anaeróbicos²⁹³. Debido a que los iones de sulfuro pueden combinarse con los iones metálicos en su forma divalente convirtiéndolos en especies insolubles. Ahora bien, lo anterior tiene un sesgo debido a que los demás componentes del sedimento, como la materia orgánica, pueden combinarse con los iones metálicos reduciendo su biodisponibilidad y toxicidad²⁹⁴. Así lo establecen estudios que sugieren una correlación entre la presencia de metales en los sedimentos, la granulometría del suelo y la concentración de Carbono orgánico total (COT).²⁹⁵

Los resultados del laboratorio muestran que existe una alta concentración de SAV y COT (Ver Figura No. 5.223 y Figura No. 5.224) con respecto a los metales traza. Con base a esto, se podría inferir que los iones metálicos presentes no se transformarían en sus formas biodisponibles, es decir que la probabilidad de que se formen sustancias tóxicas en los sedimentos es considerablemente baja.

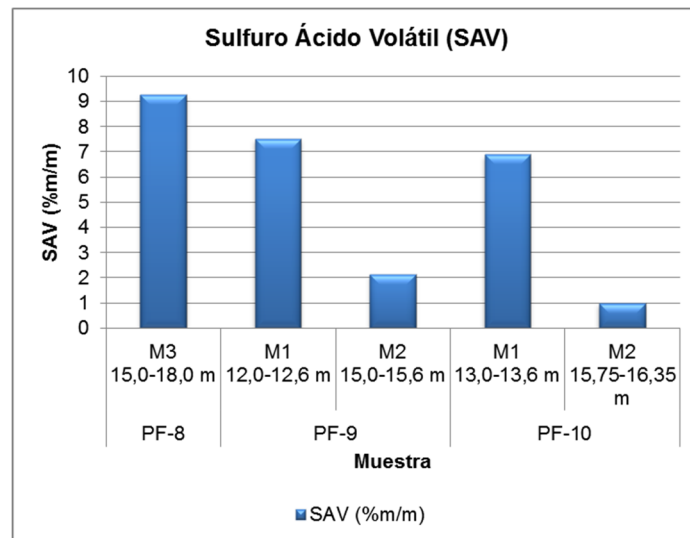


Figura No. 5.223. Comportamiento de Sulfuro Ácido Volátil
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

²⁹³ Ibid.

²⁹⁴ Ibid.

²⁹⁵ GAO, X., LI, P., & CHEN, C.-T. A. (2013). Assessment of sediment quality in two important areas of mariculture in the Bohai Sea and the northern Yellow Sea based on acid-volatile sulfide and simultaneously extracted metal results. Marine Pollution Bulletin, 72(1), 281-8. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.02.007>

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 420 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

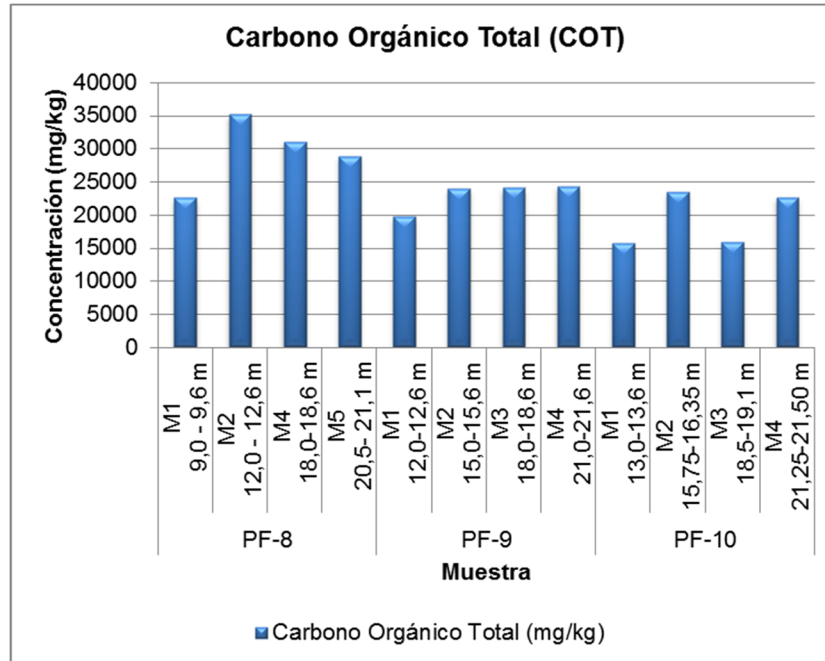


Figura No. 5.224. Comportamiento del Carbono Orgánico Total (COT)
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

❖ Zinc (Zn)

Este ion es común en el agua tanto de ríos como del mar, encontrándose en concentraciones mayores para los primeros. También es un elemento fundamental en el metabolismo de todos los seres vivos puesto que es constituyente de más de 200 metaloenzimas y otros compuestos metabólicos.

En su estado elemental no constituye riesgo alguno para la biota acuática, sin embargo, algunos derivados como el arsenato y el cianuro de zinc, al igual que la ingestión de cantidades excesivas puede resultar tóxico para cualquier organismo.

Al comparar los resultados con los valores de referencia de la normativa española (ver Figura No. 5.225) se puede observar que todos los resultados están muy por debajo del Nivel de acción 01 (AL-01), es decir, que con relación a este elemento, los sedimentos pertenecen a la Categoría I y no existe ningún efecto significativo sobre el ecosistema.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 421 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

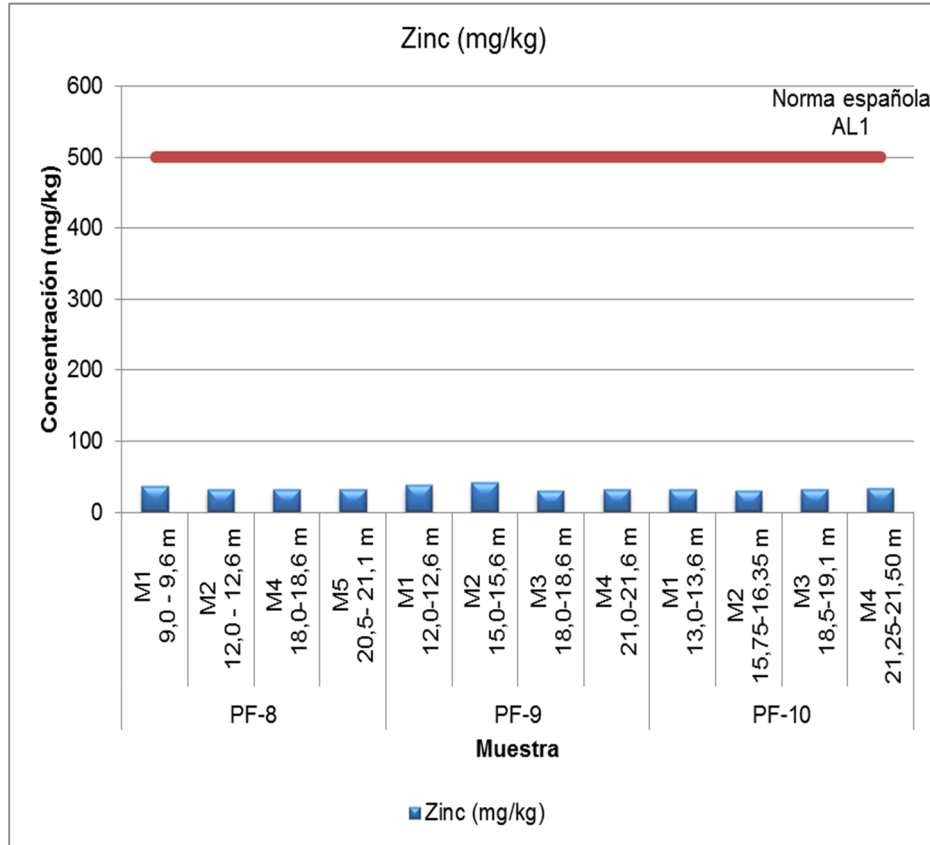


Figura No. 5.225. Comportamiento del Zinc
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S. (2015)

5.1.10 Geotecnia

Los estudios y análisis de la información geotécnica realizados por Edifica Colombia (2015)²⁹⁶ para el área de intervención se presentan en el Anexo 5.1.2 Geotecnia Informe Final. En el marco del proyecto se realizaron estudios para la etapa de diseño conceptual que incluyeron, entre otros, 10 perforaciones entre 70 m y 100 m de profundidad (siete (7) en agua y tres (3) en tierra) y cuatro (4) piezoconos CPTu (dos (2) en agua y dos (2) en tierra). En La Figura No. 5.226 y en el mapa MOD_LA_PTO_ANT_27_Geotecnia se presenta la localización de los puntos de exploración.

²⁹⁶ EDIFICA COLOMBIA LDTA, PIO S.A.S, PUERTO ANTIOQUIA. Estudio Geotécnico para ingeniería conceptual. Terminal Portuario Puerto Antioquia. Bogotá D.C, 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 422 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

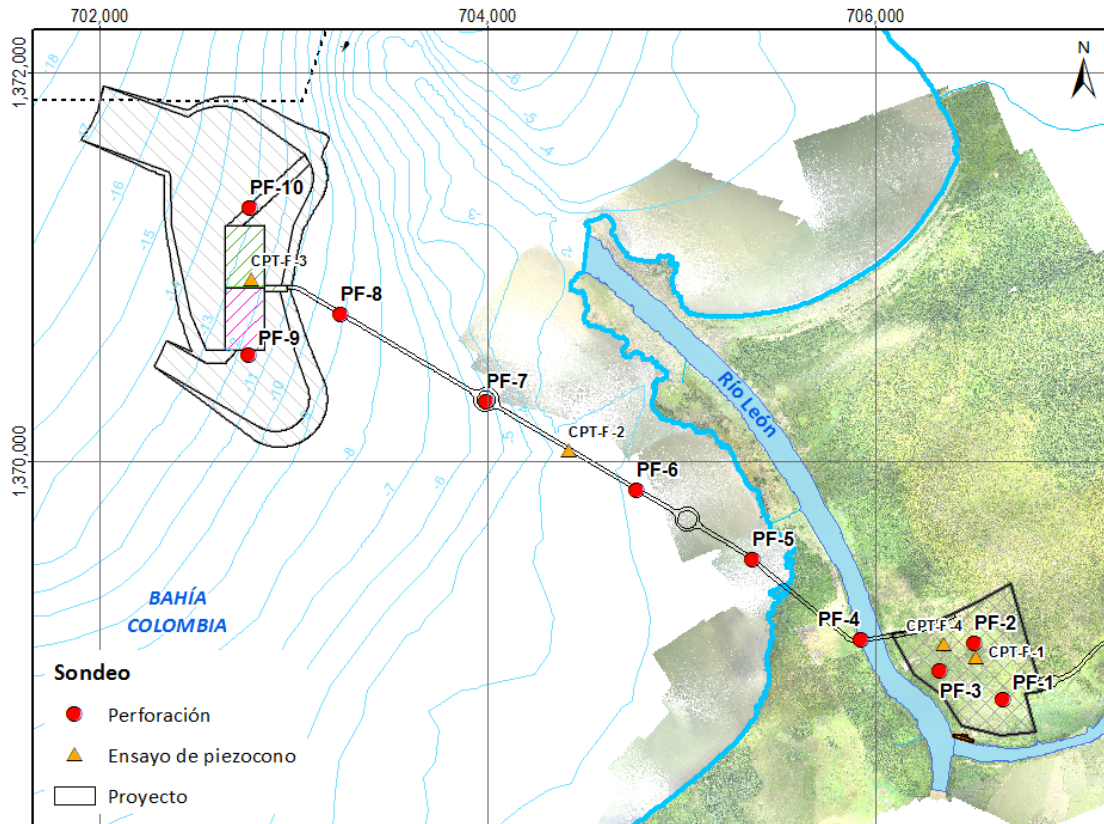


Figura No. 5.226 Localización de los puntos de exploración geotécnica
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de EDIFICA, 2015

En total se ejecutaron 14 perforaciones con equipo mecánico realizando toma de datos con equipos tipo CPT (Cone Penetration Test), SPT (Estándar Penetration Test), VST (Vane Shear Test), en las perforaciones realizadas también se tomaron muestras alteradas e inalteradas. Las muestras obtenidas en la exploración cumplieron un programa de ensayos en laboratorio de suelos para su descripción visual y geomecánica.

Las perforaciones alcanzaron profundidades entre los 70 y 100 metros, contados a partir del nivel medio del mar. En la Tabla No. 5.85 se presentan las profundidades alcanzadas en la exploración, así como el espesor de la lámina de agua en cada punto de control o perforación.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 423 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.85 Localización y profundidades de los puntos de perforación

PUNTO	COLUMNA DE AGUA (m)	COLUMNA DE SUELO (m)	PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓN (m)
PF-1	0.0	70.0	70.0
PF-2	0.0	80.0	80.0
PF-3	0.0	80.0	80.0
PF-4	2.0	78.0	80.5
PF-5	1.0	80.0	81.0
PF-6	1.1	79,4	80.5
PF-7	6.0	74.0	80.0
PF-8	9.0	71.5	80.5
PF-9	12.0	69.0	81.0
PF-10	13.0	87.0	100.0
CPT-F1	0.0	35.0	35.0
CPT-F2	2.0	42.0	40.0
CPT-F3	10.0	43.0	53.0
CPT-F4	0.0	38.0	38.0

Fuente: Elaborado por Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015 con información de Edifica Colombia Ltda, 2015

A las muestras recuperadas en las perforaciones se les realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- ❖ Humedad natural
- ❖ Límites de consistencia
- ❖ Pesos Unitarios
- ❖ Compresión inconfiada
- ❖ Granulometría y tamizado
- ❖ Consolidación
- ❖ Cortes directos
- ❖ Triaxiales
- ❖ Columna Resonante
- ❖ Bender Element

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 424 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

En el Anexo 5.1.2 se encuentra registrada la información de las perforaciones generados por Edifica Colombia Ltda, en el cual se encuentra registrado el tipo de muestreo realizado, los ensayos y datos de campo tomados.

- *Zonificación Geotécnica de los materiales*


Con los resultados de ensayos de penetración estándar, ensayos de penetración con cono holandés, ensayos de corte con veleta de campo, compresiones confinadas, ensayos de corte directo, y triaxiales sobre las muestras recuperadas, se realizó la zonificación geotécnica basada en características resistentes del material del subsuelo siguiendo las siguientes premisas presentadas en la Tabla No. 5.86:

Tabla No. 5.86 Clasificación Geotécnica del material del subsuelo acorde a resistencia a la penetración (Suelos principalmente Granulares) y Resistencia al Corte no drenado (Suelos Principalmente cohesivos)

Nomenclatura	Clasificación Geotécnica del Material (Consistencia/Densidad Relativa)	Resistencia a la Penetración Estandar (Nspt)	Resistencia al Corte no Drenado (Su) (Kg/cm ²)	Código de Colores
1	(Muy Blando/Muy Suelto) - Depósito fluviomarino principalmente lodolitas, con material arcillo limoso, e intercalaciones de arena. Humedad y plasticidad alta.	Nspt < 2 golpes	Su < 0,25	
2	(Blando/Muy Suelto) - Depósito fluviomarino arcillo limoso, con intercalaciones de arena. Humedad y plasticidad alta.	2 < Nspt < 4 golpes	0,25 < Su < 0,50	
2	(Poco compacto/Suelto) - Arcilla Limosa de alta plasticidad, humedad media a baja.	4 < Nspt < 8 golpes	0,50 < Su < 1,00	
3	(Compacto/Densidad Media) - Arcilla limo arenosa, plasticidad media, humedad media a baja.	8 < Nspt < 15 golpes	1,00 < Su < 2,00	
4	(Muy Compacto/Densidad Media) - Arena limosa, con intercalaciones de arcillas, humedad media.	15 < Nspt < 30 golpes	2,00 < Su < 4,00	
6	Duro/Denso a muy denso - Arenas con matriz arcillosa, humedad media.	Nspt > 30 golpes	Su > 4.00 Kg/cm ²	

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

En la Figura No. 5.227 se presenta la zonificación geotécnica para el área de influencia del proyecto, de acuerdo con la información de las perforaciones geotécnicas las cuales se clasificaron con los resultados de la resistencia a la penetración estándar y la resistencia al corte no drenado.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 425 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

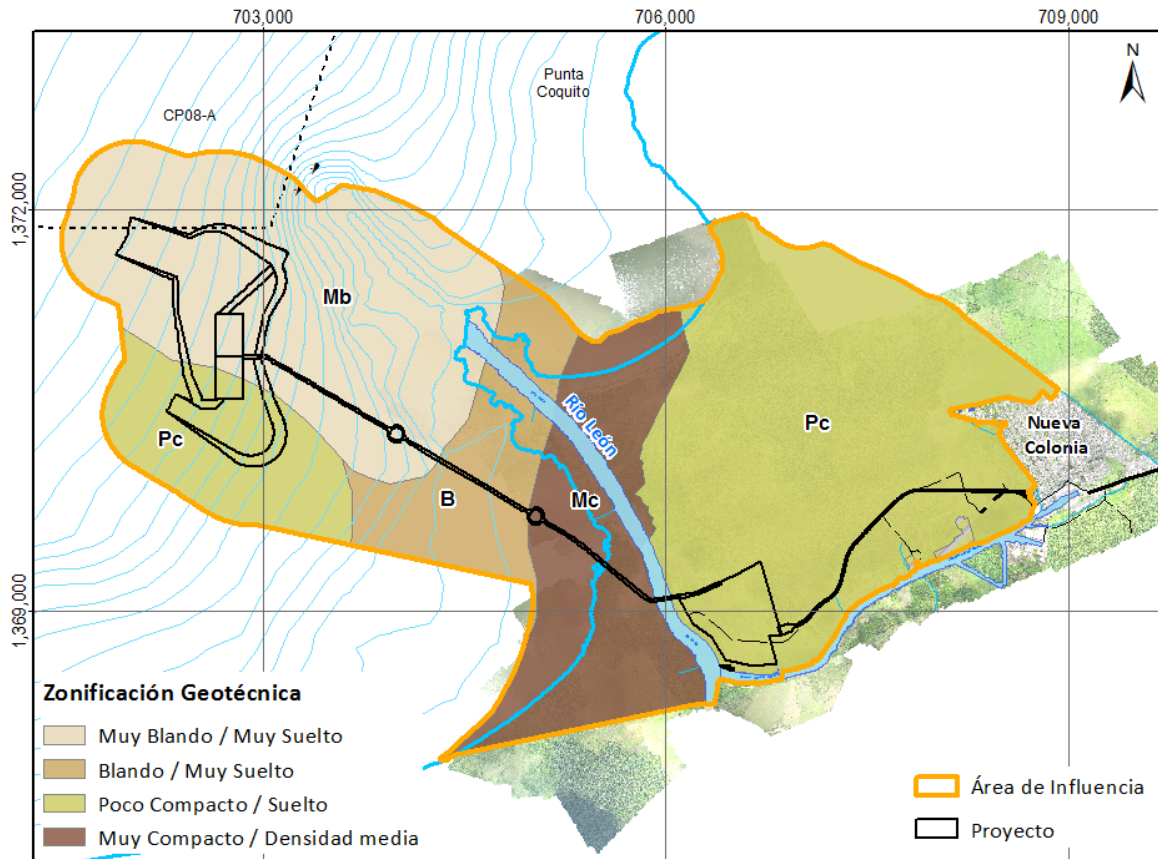


Figura No. 5.227 Zonificación Geotecnia
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

A continuación se presentan los principales hallazgos de estos estudios para el área de estudio del proyecto:

- *Estratigrafía del terreno en el sector del proyecto*

Se encontraron suelos de origen marino formados por intercalaciones de arcillas, limos, arenas, y algo de grava. La resistencia de estos materiales tiende a aumentar con la profundidad desde condición muy blanda de los suelos finos (arcillas y limos) y muy suelta (arenas), hasta consistencia firme a dura y muy dura en suelos finos, y compacidad densa y muy densa en suelos granulares.

En las perforaciones en tierra, se encontró una gran capa de arcillas y limos muy blandos hasta los 32 a 45 m de profundidad, posteriormente una capa de arcillas con arena más firmes, (32 metros y los 55 metros), para llegar al estrato de arenas

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 426 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

sueltas a densas (entre los 55 metros y los 60 metros) detectado en PF-1 cuyo espesor varia lateralmente hasta desaparecer, finalmente se encuentra una nueva capa de arcillas entre muy firmes a duras (entre los 60 metros y los 80 metros). Se detectó presencia de agua artesiana en los estratos inferiores.

En las perforaciones en agua se identificó una capa de arcillas, limos muy blandos y arenas limo arcillosas muy sueltas (un espesor aproximado de 30 metros), posteriormente una capa de arcillas blandas (desde los 35 metros a los 42 metros), una capa de arcillas firmes (hasta los 50 metros de profundidad), siguiendo una capa de arenas sueltas a densas (hasta los 65 metros) pero que no predominan en todo el perfil, intercalada con una capa de arcillas firmes (hasta los 70 metros), finalmente arenas densas (hasta los 80 metros) o arcillas firmes a duras hasta profundidades variables entre 80 m y 100 m, las cuales fueron las máximas profundidades alcanzadas en la exploración.

La parte media y superior de los estratos explorados corresponden con suelos normalmente consolidados o sub-consolidados. Los ensayos CPT-F-1 y CPT-F-4 realizados en tierra muestran relaciones de sobreconsolidación cercanas a uno, lo cual quiere decir que el suelo está soportando hoy el máximo esfuerzo efectivo al que ha sido sometido en toda su historia, lo cual lo hace particularmente compresible en alto grado.

- *Nivel piezométrico*



En las perforaciones en tierra donde se detectó la presencia de agua artesiana se instalaron piezómetros tipo Casagrande que fueron medidos diariamente durante el tiempo que duró la exploración del subsuelo desde que fueron instalados.

Estos piezómetros deben tratar de mantenerse operacionales durante las etapas de estudios y diseños y también durante las etapas de construcción y operación del puerto ya que permitirán evaluar la efectividad de los sistemas que se apliquen para mejoramiento del terreno.

En la Perforación PF-2 se tomó una muestra de agua y se le realizó una caracterización fisicoquímica, en la Tabla No. 5.87 se presentan los resultados de dicha caracterización.

Tabla No. 5.87 Caracterización de agua artesiana

Variable	Resultado
Cobre	<0,05 mg/L
Color	< 5 UPC
Contenido de Cromo	<0,05 mg/L
DBO	11 mg/L
E Coli	10,8x10 ² NMP/100ml

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 427 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Hierro Total	17,4 mg/L
Mercurio	<0,002 mg/L
Olor	Aceptable
Plomo	<0,02 mg/L
Sabor	Aceptable
Sólidos totales	3.030 mg/L

Fuente: Edifica Colombia Ltda.

- *Análisis de respuesta sísmica local*
- Amenaza Sísmica

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10 clasifica Nueva Colonia como una zona de riesgo sísmico alto. Los parámetros de aceleración máxima efectiva del terreno y la velocidad pico efectiva para una probabilidad de 10% de excedencia durante un período de 50 años son $A_a=0.35$ y $A_v=0,1$ respectivamente.

- Espectro de Respuesta Sísmica Local

Los análisis realizados mostraron que el espectro de respuesta de las señales de salida de los análisis corresponde a un amortiguamiento del 5%. Los análisis se basaron en una probabilidad del 10% en un período de 50 años, es decir un período de retorno de 475 años.

- Análisis de Licuefacción

Los resultados obtenidos de los análisis de licuación indican que el perfil del subsuelo en las perforaciones PF-1 localizada en tierra, PF-4 en el área del apoyo izquierdo del puente sobre el Río León, y PF-6 localizada en el K1+120 del viaducto es licuable en sus estratos de arenas sueltas. Por el contrario, el resto de las perforaciones no son susceptibles a licuefacción, lo cual obedece a que los suelos son solo arcillosos o con arenas densas profundas.

Sin embargo, el potencial de licuefacción parece no afectar las cimentaciones en PF-4 y PF-6 debido a que se trata de pilotes profundos apoyados en estratos competentes y para los cuales la contribución en resistencia estática por fricción en el fuste de los pilotes es muy pequeña

Solo una de las 3 perforaciones realizadas en tierra, la PF-1 muestra estratos licuables en la parte superior del perfil hasta 2 m de profundidad. El estudio geotécnico detallado que se realice para el puerto con un mayor número de perforaciones dará más información sobre la extensión lateral de este estrato arenoso suelto, o la presencia de otros lentes similares. Dependiendo de la

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 428 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

extensión de los estratos arenosos, puede ser necesario utilizar medidas de densificación.

5.1.11 Atmósfera

- *Meteorología*

Colombia está ubicada en la zona tropical, haciendo parte de la celda de Hadley, que se extiende desde el Ecuador hasta latitudes de unos 30° en ambos hemisferios. El calor es transportado en un movimiento celular con el aire ascendiendo por convección en las regiones ecuatoriales y desplazándose hacia las latitudes superiores por las capas altas de la atmósfera. El ascenso del aire caliente en el ecuador está acompañado de la formación frecuente de tormentas convectivas en la llamada zona de convergencia intertropical -ZCIT (ver Figura No. 5.228). Adicionalmente esta región se encuentra sometida a una intensa radiación solar, convirtiéndose en el motor responsable del movimiento del aire a nivel global.

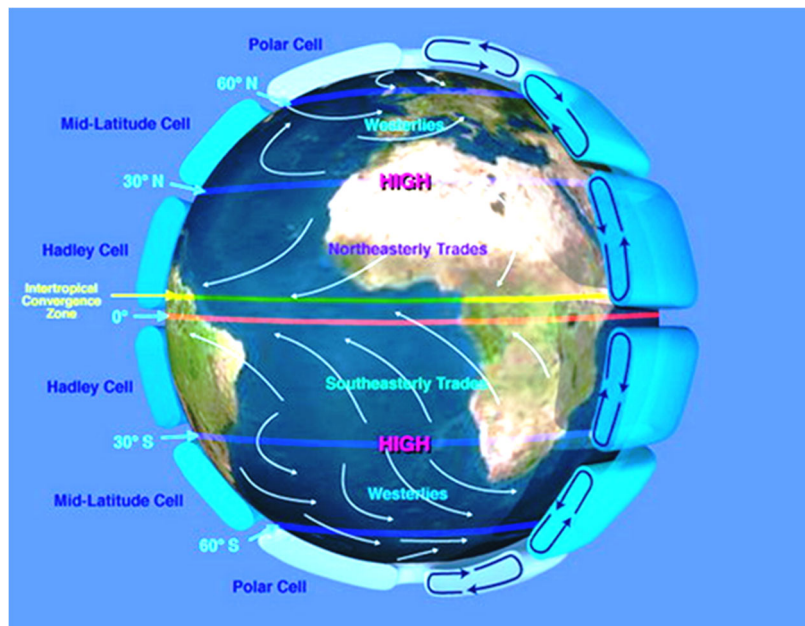




Figura No. 5.228 Circulación general en la atmósfera terrestre. La celda de Hadley subtropical, la celda de Ferrell y la celda polar. Los vientos alisios se muestran procedentes de las latitudes subtropicales soplando hacia el Ecuador, siendo modificados hacia el Oeste por la rotación terrestre

Fuente: NASA, s.d.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 429 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Los vientos Alisios soplan en las regiones comprendidas entre los trópicos, por las diferencias de presión entre las zonas tropicales (Alta presión) y ecuatoriales (Baja presión). En el hemisferio Norte la acción de la fuerza de Coriolis desvía el aire que va en dirección al Ecuador hacia la derecha formando los Alisios del Noroeste. De igual forma, en el hemisferio Sur los vientos son desviados hacia la izquierda originando los vientos Alisios del Suroeste. Aunque la dirección de los vientos Alisios puede variar por barreras topográficas, estos vientos se caracterizan por su regularidad en las zonas oceánicas.

La ZCIT es una confluencia de corrientes de aire cálido y húmedo provenientes de latitudes medias (subtropicales) de ambos hemisferios. Esta se presenta como un conjunto de conglomerados de nubes con escalas del orden de cientos de kilómetros, que están separadas por regiones de cielos relativamente despejados; su intensidad es variable en términos de tiempo y espacio²⁹⁷. Cuando esta “franja de nubes” se sitúa sobre Centro y Suramérica origina lluvias fuertes y vientos suaves en el Caribe colombiano y, cuando se sitúa en el hemisferio Sur entre diciembre y abril, genera vientos fuertes y uniformes denominados Alisios del noreste que dominan todo el Caribe con un marcado descenso en las lluvias²⁹⁸.

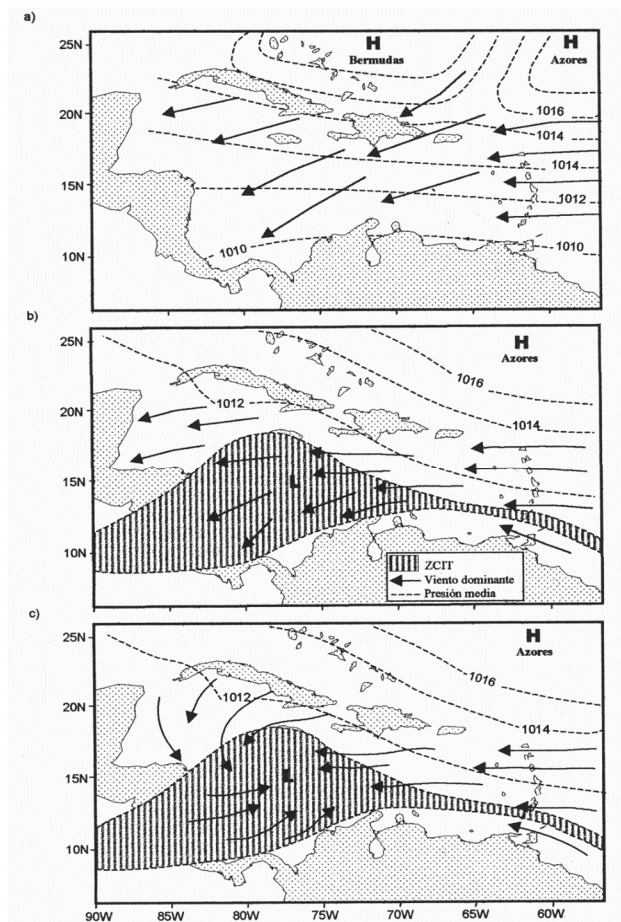
La Zona de Convergencia Intertropical se mueve latitudinalmente (Figura No. 5.229), siguiendo el desplazamiento aparente del sol con respecto a la Tierra, con un retraso aproximado de dos meses. Sobre Colombia y áreas vecinas, el segmento del océano Pacífico oriental alcanza su posición extrema meridional en los 2° N entre enero y febrero. Mientras que en diciembre está un poco más al Norte, pero esta posición extrema puede alcanzar los 5°S durante eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Entre marzo y mayo el segmento del Pacífico se mueve hacia el Norte y su posición cerca de la costa está entre 2 y 7°N; la rama continental se conecta entre marzo y abril con el segmento del océano Atlántico formando un solo sistema que se ubica entre los 5°S y 1°N al Oriente del país; estos dos segmentos se unen a través de conglomerados convectivos no muy bien organizados sobre la región Andina. Entre junio y agosto el segmento del Pacífico, al inicio del período se localiza en los 8°N y al final del período en los 10°N, penetrando a la región Caribe; el segmento continental presenta una inclinación suroeste - noreste sobre el Oriente del territorio nacional,

²⁹⁷ LEON, G., ZEA J., ESLAVA, J. Circulación general del trópico y la Zona de Confluencia Intertropical en Colombia. Meteorología Colombiana, 2000. 1:31-38

²⁹⁸ PUJOS, M., PAGLIARDINI, J., STEER, R., VERNETTE, G., WEBER, O. Influencia de la contra-corriente norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. En Boletín Científico. CIOH.6:3-15. 1986.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 430 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

desplazándose también hacia el Norte y pasando del Ecuador a los 8°N. Entre septiembre y noviembre el segmento del Pacífico comienza su desplazamiento hacia el Sur y se registran posiciones desde 11 a 7°N; la rama continental también inicia su recorrido hacia el Sur, moviéndose de los 8°N al Ecuador sobre la Orinoquia y Amazonia, perdiendo lentamente la inclinación hasta casi coincidir con las líneas de los paralelos; en este caso también los dos segmentos de la ZCIT se conectan por medio de conglomerados convectivos. A su paso por las distintas regiones la ZCIT va determinando las temporadas lluviosas en Colombia.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 431 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.229 Movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). a) Época de vientos (diciembre-marzo). b) Transición (abril-julio). c) Época húmeda o de lluvias (agosto-noviembre)

Fuente: Andrade, 2000²⁹⁹


Conforme a las variaciones climáticas asociadas al movimiento de la ZCIT el área de estudio, se diferencian tres periodos climáticos distintos:

- 1) Periodo seco, entre diciembre y abril (predominio de vientos más intensos y bajos índices de pluviosidad): cuando la ZCIT está localizada sobre Sur América y en el Caribe los centros de alta presión son fuertes, los vientos alisios del NE son máximos alcanzando, en general, 15 a 19 nudos de intensidad (8 a 10 m/s) (Petùs *et al.*, 2007) y, en ocasiones, sobrepasan estos valores alcanzando hasta los 30 nudos (15,4 m/s) (CIOH, 2010). En esta época hay influencia del chorro de San Andrés.
- 2) Periodo húmedo, entre agosto y noviembre (lluvioso, con predominio de vientos menos intensos): coincide con la época de mayor intensidad del chorro del Chocó; la ZCIT cambia hacia el centro del Caribe, los vientos alisios se debilitan y dominan vientos del SW que son más débiles pero pueden traer fuertes borrascas hacia la región del Caribe (Andrade y Barton, 2000).
- 3) Periodo de transición, entre mayo y julio: también conocido como “Veranillo de San Juan”: en el que hay un segundo máximo del chorro de San Andrés, que no está relacionado directamente con la ZCIT, sino con una intensificación temporal del sistema de alta presión del Atlántico Norte (Giannini *et al.*, 2000). Este periodo se caracteriza por presentar una variabilidad en las lluvias y en la intensidad y la dirección del viento (CIOH, 2010).

Este comportamiento atmosférico hace que en la región del Golfo de Urabá, Bahía Colombia y el norte del departamento del Chocó predomine el clima húmedo tropical, como se puede observar en el diagrama índice de aridez de Lang300, donde se relacionan los promedios mensuales de precipitación en mm sobre los

²⁹⁹ ANDRADE, C.A., BARTON, ED. Eddy development and motion in the Caribbean Sea. J. Geophys. Res., 2000. 105(26):191-201

³⁰⁰ LANG, R. Verwitterung und Bodenbildung in die Boedenkunde. Stuttgart: 1920. En: DANTIN, J. y REVENGA, A. Las líneas y las zonas isócheras de España, según los índices termoplumiométricos. Avance al estudio de la aridez en España. 1941.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 432 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

promedios mensuales de la temperatura media del aire en °C. (Ver Figura No. 5.230)

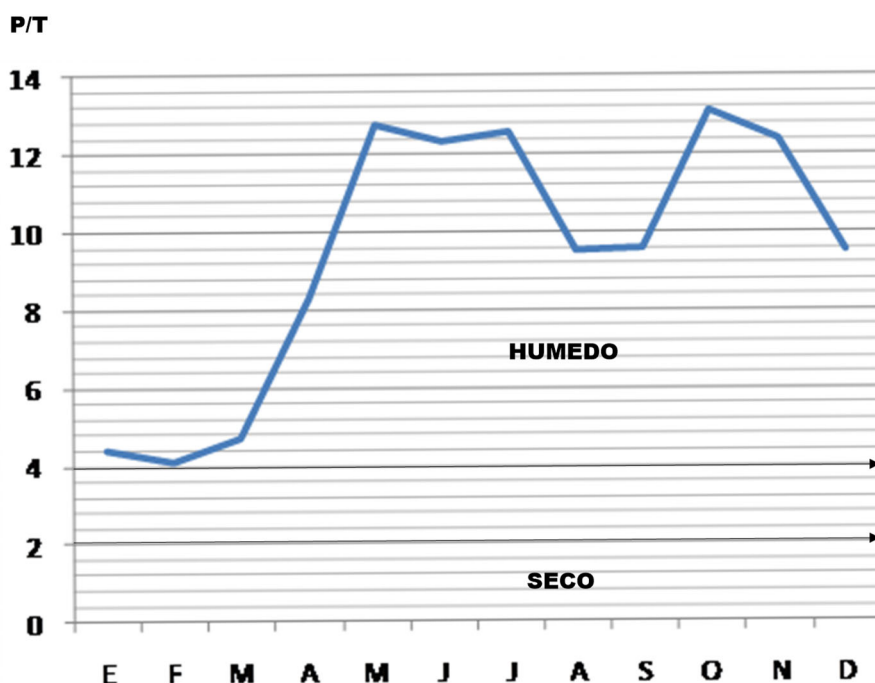




Figura No. 5.230 Diagrama índice de aridez de Lang: caracterización del clima en la región del Golfo de Urabá

Fuente: ARAÚJO IBARRA con base en los datos de los parámetros meteorológicos de la estación de Apartadó del IDEAM (1989-2008).

La descripción climática presentada a continuación se obtuvo del estudio de impacto ambiental³⁰¹ realizado por Araújo Ibarra & Asociados S.A para la obtención de la Licencia Ambiental del proyecto obtenida mediante Resolución 0032 de 2012³⁰².

³⁰¹ PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABA S.A. y ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A. Estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de un terminal portuario de graneles sólidos. Turbo. 2010. 428 p

³⁰² COLOMBIA. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA. Resolución 0032 (25, enero, 2012). Por medio de la cual se otorga una licencia ambiental. Bogotá, D.C. 135 p

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 <p>aqua & terra</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 433 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>

- Precipitación:

La región del Golfo de Urabá se caracteriza por ser una de las más lluviosas de Colombia, registrándose durante el año dos picos de pluviosidad bien definidos: el primero que empieza en el mes de abril y termina en el mes de julio y el segundo que se evidencia durante el mes de octubre, el más lluvioso del año con alrededor de 350 mm, y también en noviembre. Cuando la ZCIT sobrepasa el área de estudio y se desplaza hacia el sur, disminuye la precipitación, registrándose entre los meses de diciembre a marzo una pluviosidad que no sobrepasa los 150 mm. (Ver Figura No. 5.231)

Por su parte, el INVEMAR y la Gobernación de Antioquia, en el Atlas del Golfo de Urabá³⁰³, señalan un total anual de precipitación de 2.500 mm aproximadamente. Consideran una distribución de la precipitación mensual monomodal, con un periodo lluvioso, por lo general entre mayo y noviembre (250 mm/mes en noviembre), y un periodo seco, desde diciembre hasta mediados de abril (100 mm/mes en febrero).

Los autores señalan que si bien es cierto que se presenta, a mediados del año, una leve disminución de los niveles pluviométricos – conforme a lo que se dijo más arriba –, especialmente en los meses de junio y julio respecto a los registrados de mayo a noviembre, no corresponde a una época seca como la que se observa en la región Andina a mitad de año, siendo más una etapa de transición de la época seca a la lluviosa.

³⁰³ INVEMAR. Atlas del golfo de Urabá, 2007. Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 434 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

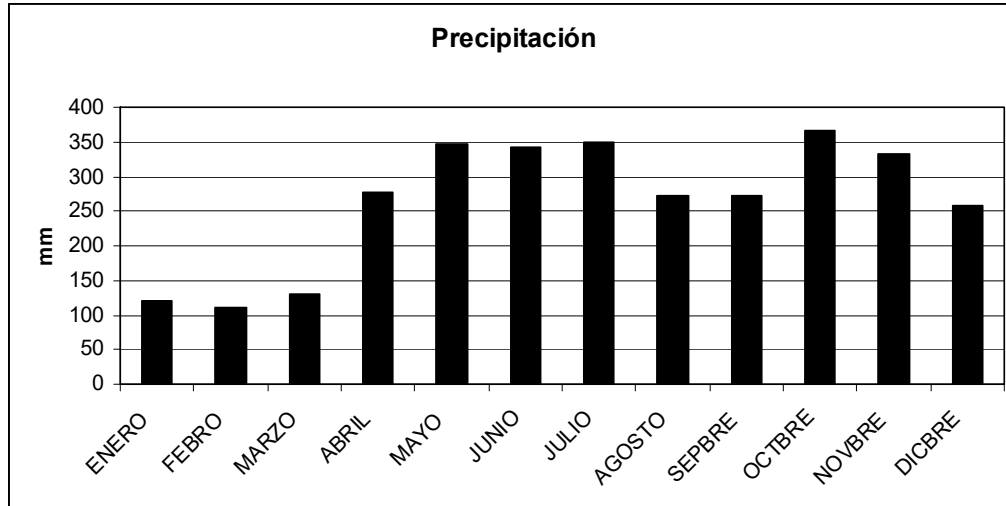


Figura No. 5.231 Precipitación promedio en el Golfo de Urabá (1989-2008)
Fuente: ARAÚJO IBARRA, con base en registros IDEAM (aeropuerto de Apartadó) (1989-2008).

El Atlas del Golfo de Urabá³⁰⁴ contiene diagramas de distribución de la precipitación (isoyetas) (ver Figura No. 5.232), que fueron elaborados por sus autores con base en el estudio de Lozano (1998)³⁰⁵, que proporcionó datos estadísticos sobre el golfo, y los trabajos de New et al. (1999³⁰⁶, 2000³⁰⁷ y 2002³⁰⁸), quienes suministraron la cartografía de los principales parámetros climatológicos para la cuenca del río Atrato.

Como se puede apreciar en la Figura No. 5.232, con menos de 10 días en febrero, el número de días de humedad (lluvias $\geq 0,1$ mm) aumenta hasta más de 15 sobre el sector oriental y hasta 20 sobre el sector occidental del golfo.

³⁰⁴ *Ibíd.*

³⁰⁵ LOZANO, L. H. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera que comprende la bahía Colombia desde el río Turbo hasta Matuntugo. Escuela Naval Almirante Padilla, Facultad de Oceanografía Física: Cartagena de Indias, 1998. 283 páginas.

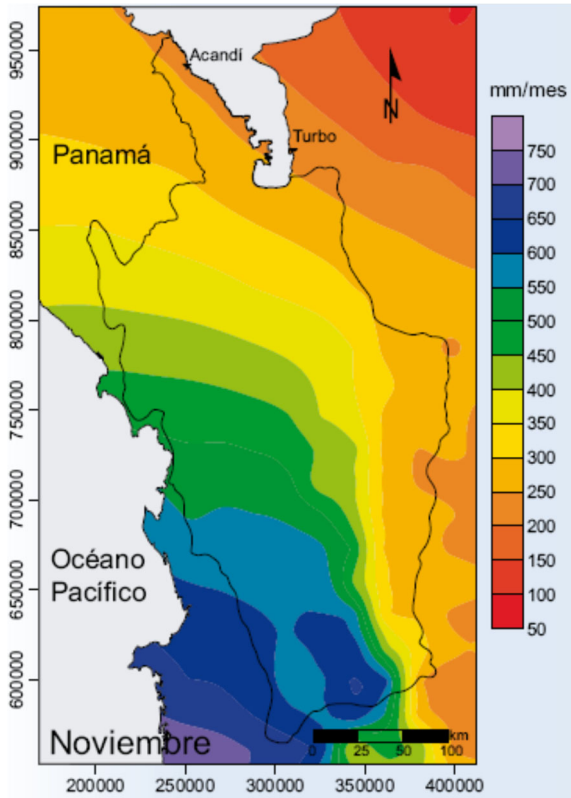
³⁰⁶ NEW M., HULME, M. y JONES, P. Representing twentieth century space-time climate variability. Part I: Development of a 1961–90 mean monthly terrestrial climatology. *En*: Journal of Climate. Vol. 12 (1999); páginas 829-856.

³⁰⁷ NEW M., HULME, M. y JONES, P. Representing twentieth century space-time climate variability. Part II: Development of 1901-1996 monthly grids of terrestrial surface climate. *En*: Journal of Climate. Vol. 13 (2000); páginas 2217-2238.

³⁰⁸ NEW M., LISTER, D., HULME, M. y MAKIN, I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *En*: Climate Research. Vol. 21 (2002); páginas 1-25.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 435 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

Época húmeda



Época seca

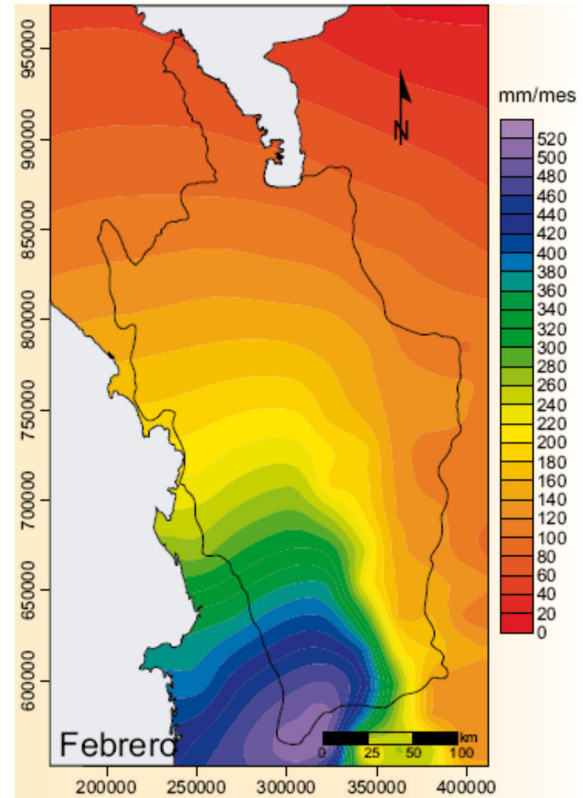


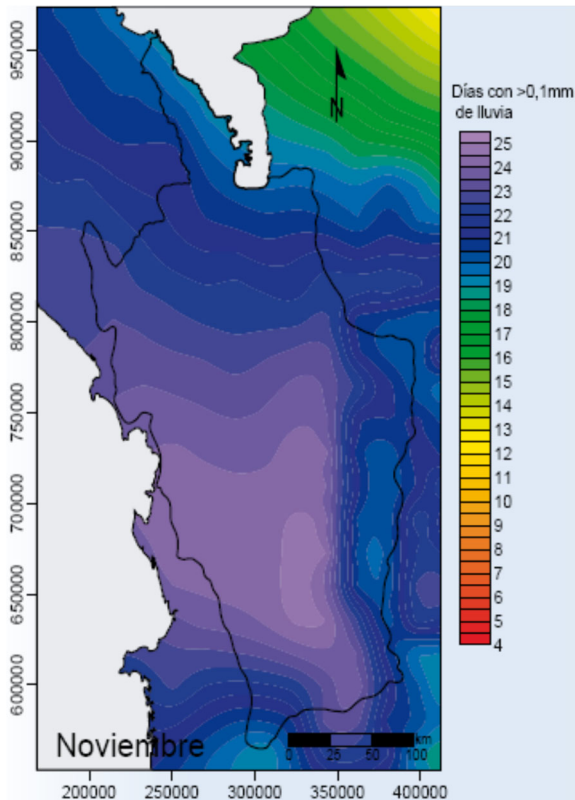
Figura No. 5.232

Distribución de la precipitación en la cuenca del río Atrato
 Fuente: INVEMAR. Atlas del Golfo de Urabá, 2007³⁰⁹.

³⁰⁹ INVEMAR. Atlas del golfo de Urabá, 2007. Op Cit.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 436 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

Época húmeda



Época seca

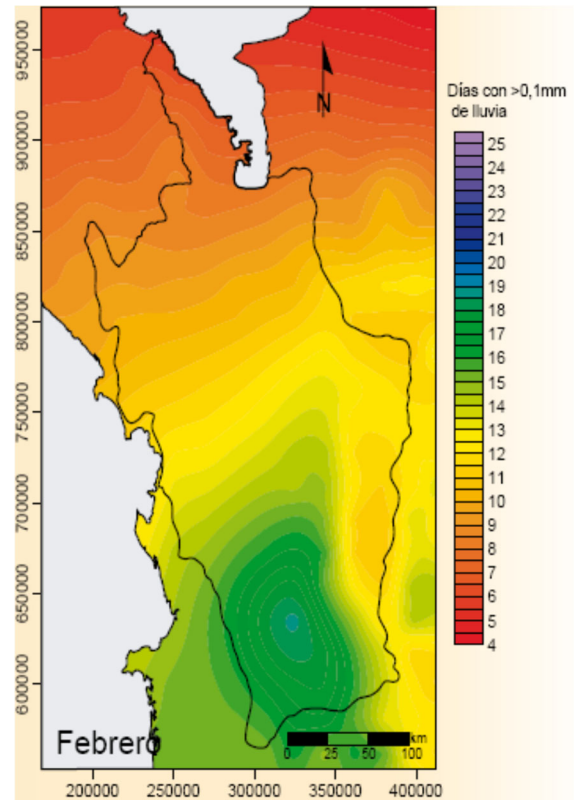


Figura No. 5.233

Distribución de los días de humedad por mes (con lluvias $\geq 0,1$ mm) en la cuenca del río Atrato

Fuente: INVEMAR. Atlas del golfo de Urabá, 2007³¹⁰.

- Temperatura:

En la Figura No. 5.234 se grafica la fluctuación anual de la temperatura, con información recopilada durante 19 años por el IDEAM en la estación climatológica del aeropuerto de Apartadó, Antioquia.

³¹⁰ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 437 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

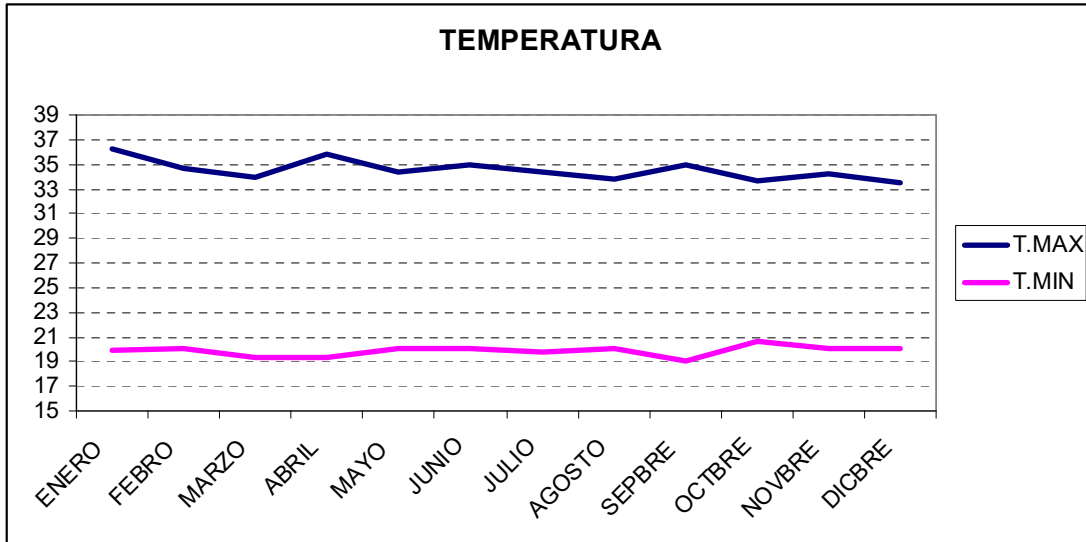


Figura No. 5.234 Temperaturas máximas y mínimas (1989-2008)
Fuente: Registros IDEAM (aeropuerto de Apartadó) (1989-2008).

A continuación se presenta la distribución de la temperatura en la cuenca del Atrato, de acuerdo con los diagramas elaborados en el Atlas del Golfo de Urabá³¹¹, el cual señala una variabilidad térmica estacional muy débil en el golfo, característico de la zona ecuatorial y de la proximidad de la masa oceánica, que modera los cambios intradiarios. Es así como reporta fluctuaciones en el estrecho rango de 26-28° C, con temperaturas máximas entre marzo y junio y temperaturas mínimas en febrero, agosto y octubre.

³¹¹ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 438 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Época húmeda

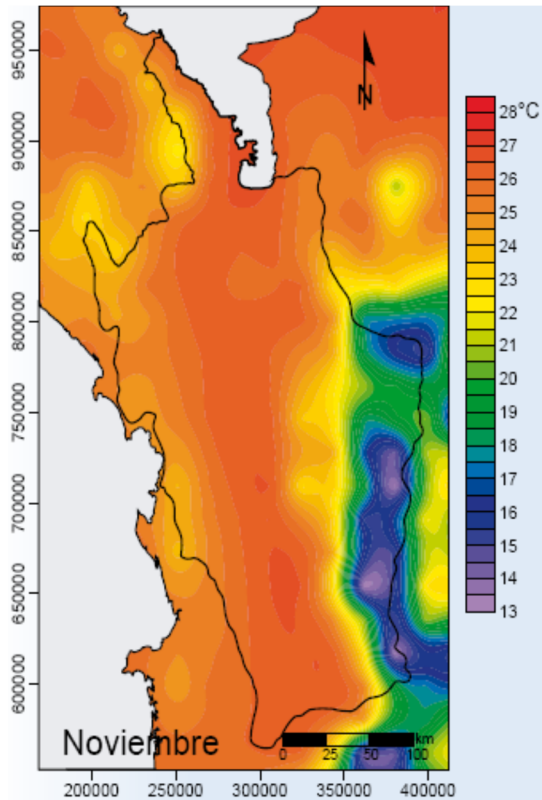
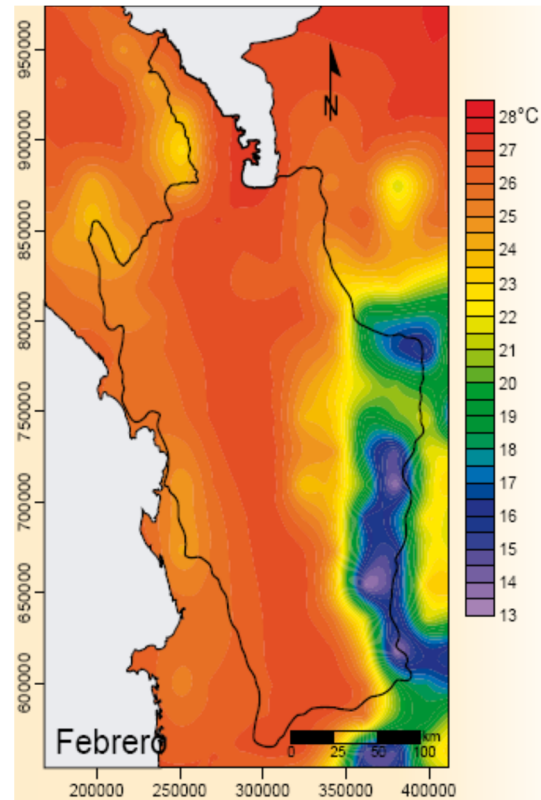


Figura No. 5.235

Época seca



Distribución de la temperatura diaria en la cuenca del río Atrato
Fuente: INVEMAR. Atlas del golfo de Urabá, 2007³¹².

- Vientos:

Los vientos en la región del Golfo de Urabá tienen un comportamiento bimodal, durante los meses de diciembre a marzo. Cuando la ZCIT alcanza su posición más meridional, situándose la baja presión y la nubosidad sobre el Pacífico colombiano, se genera para la región del Golfo de Urabá y Bahía Colombia un tiempo menos húmedo, con el predominio de los vientos alisios entrando por el noroeste y el norte. (Ver Figura No. 5.235).

Entre los meses de abril a noviembre, cuando la ZCIT se ubica sobre la zona norte del Chocó y la región de Urabá, la región del Golfo de Urabá y Bahía Colombia se

³¹² Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 439 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

caracteriza por una alta nubosidad y precipitación, con la presencia de vientos rolando del sur, sureste y suroeste. (Ver Figura No. 5.235).

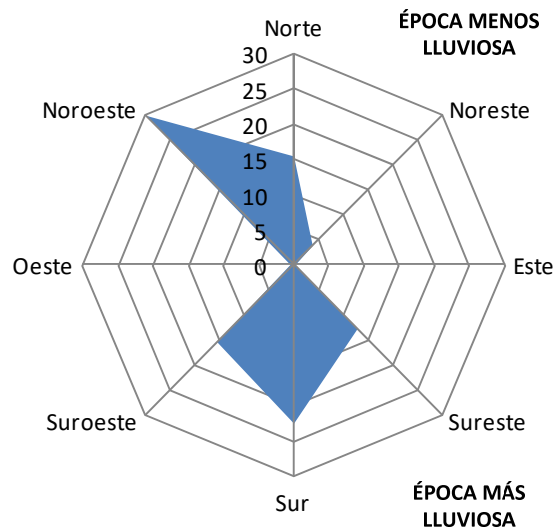


Figura No. 5.236 Rosa del viento épocas seca- húmeda (Estación Matuntugo Golfo de Urabá)

Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A con los datos meteorológicos de la Estación de Matuntugo, para los años 2007 y 2008³¹³,

El comportamiento bimodal de los vientos en dirección también se observa en su velocidad. Durante la época menos lluviosa los vientos son más intensos, registrándose el 45% del tiempo con velocidades entre los 11 y 17 nudos³¹⁴, mientras que durante la época más húmeda éstos registran velocidades entre los 4 y 7 nudos el 51% del tiempo, y tan solo en el 2% del tiempo, con registros de velocidades entre los 11 y 17 nudos. (Ver Figura No. 5.237 y Figura No. 5.238).

³¹³ ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A con los datos meteorológicos de la Estación de Matuntugo, para los años 2007 y 2008. En: Boletín Meteorológico del Centro de Investigaciones Oceanográficas e hidrográficas CIOH de la Armada Nacional de Colombia.

³¹⁴ 1 nudo = 1,852 km/h = 0,514444 m/s.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 440 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

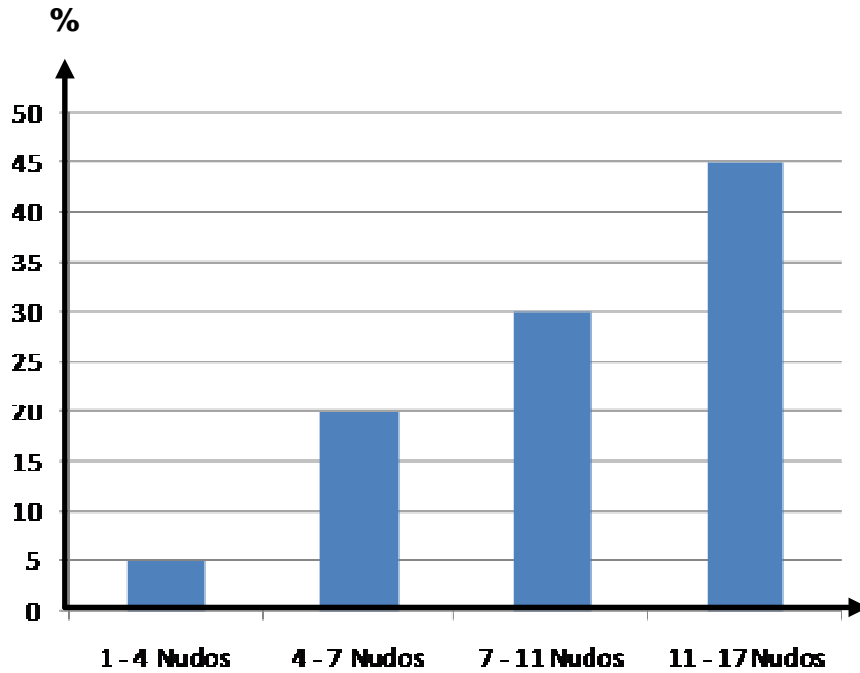


Figura No. 5.237 Frecuencia de la velocidad del viento durante la época menos lluviosa (estación de Matuntugo, Golfo de Urabá)

Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A con los datos meteorológicos de la Estación de Matuntugo, para los años 2007 y 2008³¹⁵,

³¹⁵ ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A con los datos meteorológicos de la Estación de Matuntugo, para los años 2007 y 2008. Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 441 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

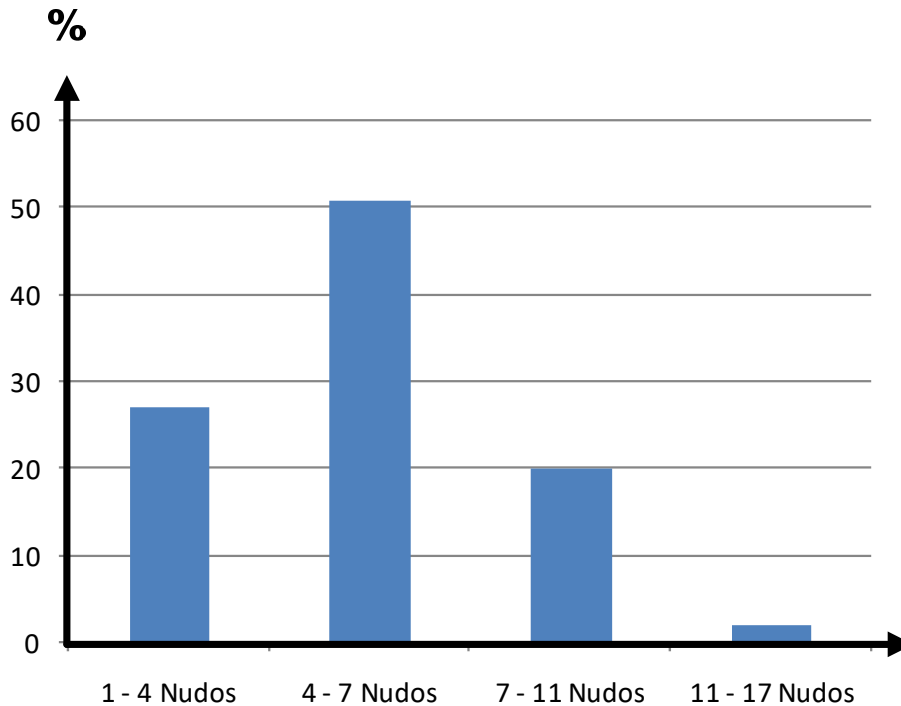


Figura No. 5.238 Frecuencia de la velocidad del viento durante la época más lluviosa (estación de Matuntugo, Golfo de Urabá)

Fuente: ARAÚJO IBARRA con los datos meteorológicos de la Estación de Matuntugo CIOH, para los años 2007 y 2008.³¹⁶

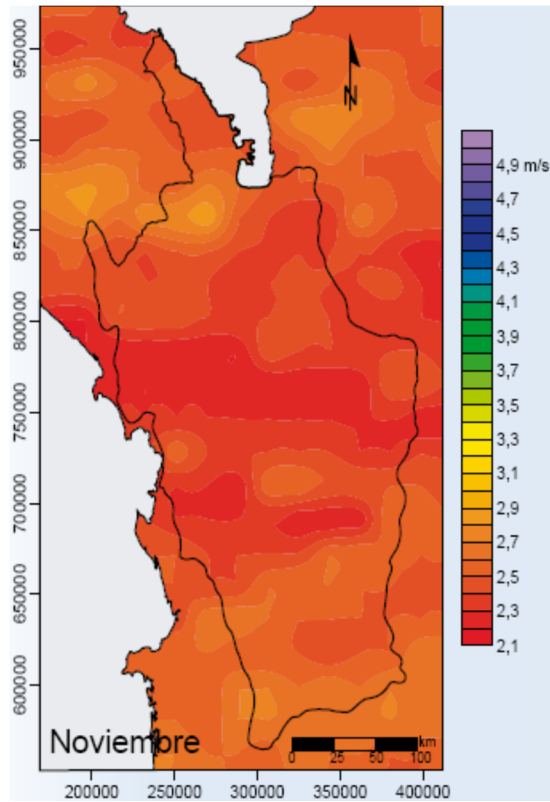
A continuación se presenta la distribución de la velocidad del viento en la cuenca del Atrato, de acuerdo con los diagramas elaborados en el Atlas del Golfo de Urabá³¹⁷: la Figura No. 5.239 muestra valores promedios de 3 a 4 m/s entre enero y marzo (época seca) y velocidades inferiores 2 m/s en época lluviosa (vientos débiles, con direcciones muy variables y de poca estabilidad). Como se dijo anteriormente, en la época seca los Alisios del norte y nordeste presentan su máxima intensidad, alcanzando velocidades superiores a 7 m/s, incluyendo periodos hasta de 24 horas en los cuales la velocidad supera 10 m/s.

³¹⁶ ARAÚJO IBARRA con los datos meteorológicos de la Estación de Matuntugo CIOH, para los años 2007 y 2008. En: Boletín Meteorológico Mensual del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH, de la Armada Nacional de Colombia

³¹⁷ INVEMAR. Atlas del golfo de Urabá, 2007. Op Cit..

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 442 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Época húmeda



Época seca

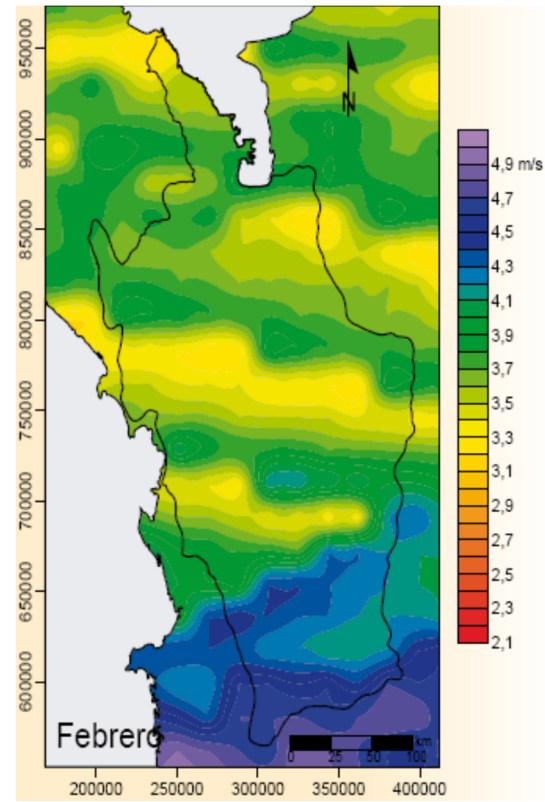


Figura No. 5.239

Distribución de la velocidad del viento en la cuenca del río Atrato
Fuente: INVEMAR. Atlas del golfo de Urabá, 2007³¹⁸.

- Brillo solar:

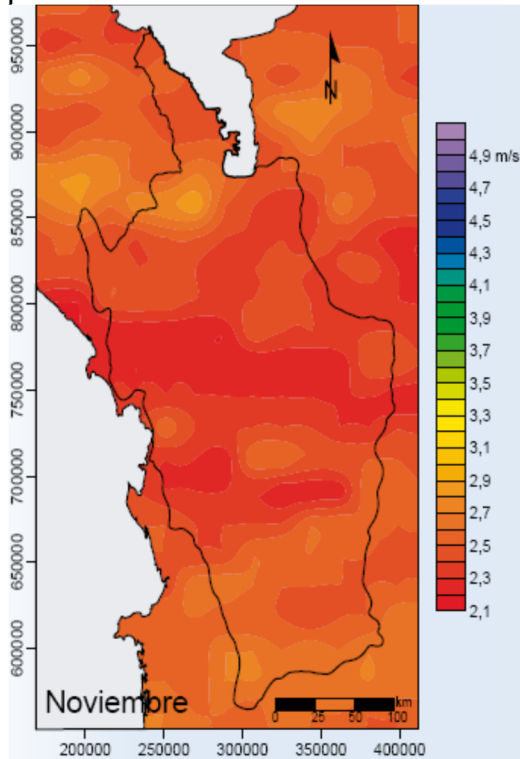
De acuerdo con el Atlas del Golfo de Urabá³¹⁹, los estimativos de brillo solar en la cuenca del río Atrato dan un total anual aproximado de 1.924 horas de insolación (5 horas diarias en promedio), valor alto para el territorio colombiano, favorable al establecimiento de cultivos agroindustriales. En porcentaje del máximo posible, el brillo solar varía entre 35 y 40% en noviembre y entre 50 y 55% en el mes de febrero.

³¹⁸ Ibíd.

³¹⁹ Ibíd.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 443 de 534	
GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

Época húmeda



Época seca

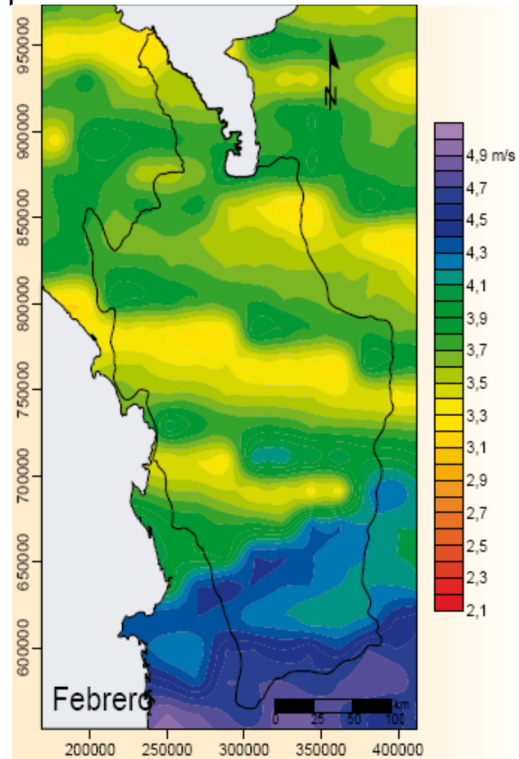


Figura No. 5.240 Distribución del brillo solar en la cuenca del río Atrato

Fuente: INVEMAR. Atlas del golfo de Urabá, 2007³²⁰.

- Humedad relativa:

De acuerdo con las curvas de distribución en la cuenca del Atrato presentadas en el mismo documento, la humedad relativa, ampliamente marcada por la presencia de la masa oceánica, permanece básicamente invariable durante el año, con valores medios mensuales entre 86% en noviembre (época húmeda) y 80 % en febrero (época seca).

³²⁰ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	
GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión: B

Época húmeda

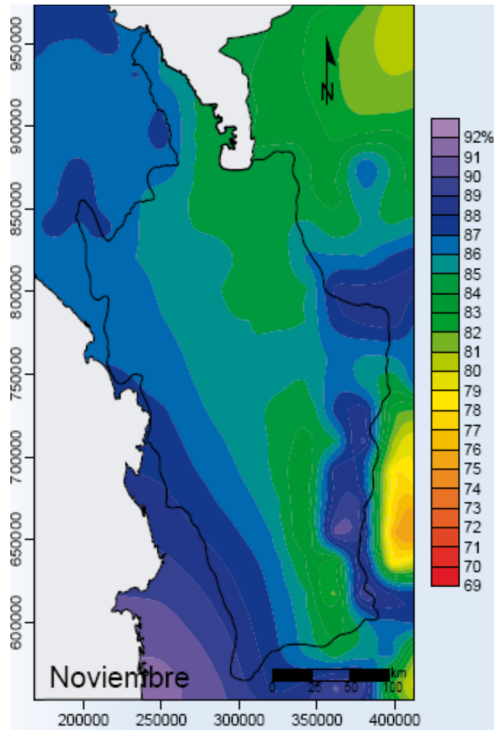
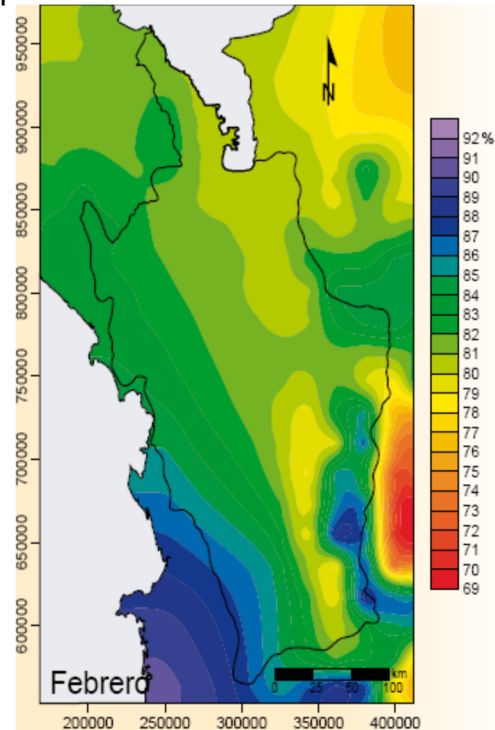


Figura No. 5.241

Época seca



Distribución de la humedad relativa en la cuenca del río Atrato
Fuente: INVEMAR. Atlas del golfo de Urabá, 2007321. .


- Evaporación

El vapor ingresa a la atmósfera por los procesos de evaporación y transpiración y luego regresa a la tierra en forma de lluvia, cerrando el ciclo hidrológico. En meteorología, se entiende por evaporación a la emisión de vapor desde una superficie líquida de agua libre, a temperatura inferior al punto de ebullición³²².

A nivel regional, la evaporación en el área de estudio presenta un promedio multianual de 900 – 1100 mm de acuerdo con los registros históricos comprendidos entre los años 1981 – 2010, como se puede observar en la Figura No. 5.242.

³²¹ Ibíd.

³²² INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –IDEAM. Atlas Climatológico de Colombia. [En línea] < http://bart.ideam.gov.co/porta/prono_fin_semana/meteorologia/ > [Consultado agosto, 20, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 445 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Al norte y centro de la región de Antioquia, se nota un máximo de evaporación durante el primer trimestre del año y mínimos en los meses más lluviosos de octubre-septiembre y abril-mayo. En el sur de la región, los mayores valores tienden a presentarse en los meses de julio, agosto y septiembre y los mínimos mensuales en octubre y noviembre, aunque en ciertos casos se notan bajas apreciables en marzo ó abril. En toda la región, los valores máximos pueden generalmente oscilar alrededor de los 5 mm diarios y los mínimos son del orden de los 3 mm diarios, en promedio.

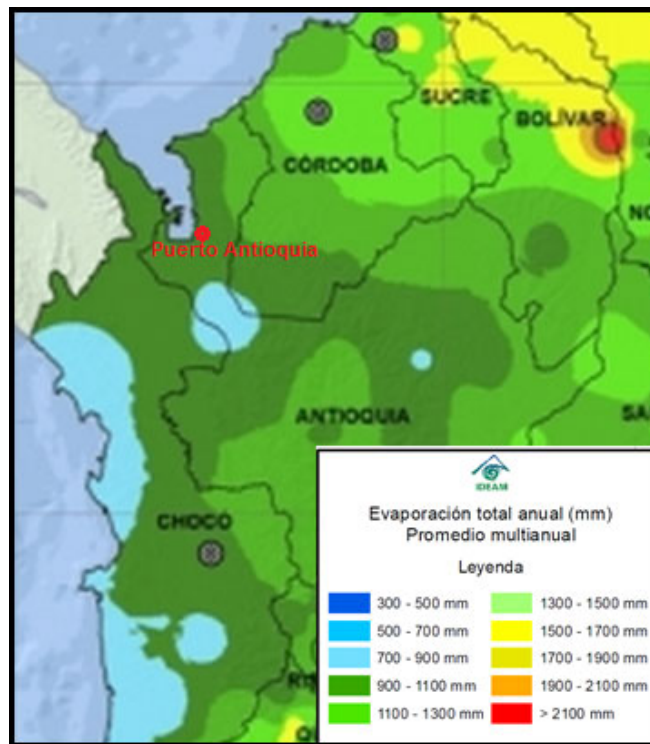


Figura No. 5.242 Evaporación total anual (mm) promedio multianual (1981-2010)
Fuente: IDEAM, 2014³²³

³²³ INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES –IDEAM. Atlas Climatológico de Colombia. Mapa de evaporación total anual promedio multianual 1981-2010. [En línea] < http://bart.ideam.gov.co/portal/prono_fin_semana/meteorologia/ > [Consultado agosto, 20, 2015]

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 446 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Tormentas tropicales

La región del Mar Caribe se caracteriza por la formación de ciclones tropicales. Tradicionalmente, los huracanes se desarrollan sobre aguas cálidas entre junio y noviembre, por la acción de la convergencia de los vientos Alisios en la Costa Oeste de África (Mo et al., 2001), Sin embargo Shapiro y Goldenberg (1998)³²⁴ y Goldenberg et al. (2001)³²⁵ analizaron la relación entre la temperatura superficial del mar (SST) y la formación de ciclones en el Atlántico, demostrando que no existe correlación entre la temperatura y la formación de ciclones. Los ciclones tropicales son clasificados de acuerdo con la escala *Saffir-Simpson* de acuerdo con la velocidad de los vientos (ver Tabla No. 5.88).

Tabla No. 5.88 Clasificación de los Ciclones Tropicales de acuerdo con a la escala *Saffir-Simpson*

CLASIFICACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)
Depresión Tropical (DT)	<63
Tormenta Tropical (TT)	63 – 117
H1	119 – 153
H2	154 – 177
H3	178 – 209
H4	210 – 249
H5	>250

Fuente: National Hurricane Center, s.d.³²⁶.

La formación de ciclones tropicales es profundamente estudiada en el *National Hurricane Center* (Estados Unidos de América) debido a su importancia económica y social. Con excepción de la región de las Islas de San Andrés y Providencia, el Caribe colombiano ha sido considerado como una zona de baja probabilidad y desarrollo de tormentas tropicales, de acuerdo con la *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA), siendo extremadamente raro que una tormenta tropical o huracán toque la costa norte de Sur América³²⁷.

³²⁴ SHAPIRO, LI.J, GOLDENBERG, S.B. Atlantic sea surface temperatures and tropical cyclone formation. J. Climante, 1998. 11: 578 – 590

³²⁵ GOLDENBERG S.B., LANDSEA,C.W., MESTAS –NUÑEZ, A.M., GRAY., W.M. The recent increase in Atlantic Hurricane Activity: Causes and implications. Science., 2001. 293: 474 – 478

³²⁶ PASCH, R.J. Preliminary report tropical storm Bret. 4 -11 august 1993. National Hurricane Center, NOAA. Miami, 1993. Fla., 14 p.

³²⁷ GERRISH, H.P. Preliminary report hurricane Joan. 10 – 23 october 1988. National Hurricane Center, NOAA. Miami, Fla. 1988, 14 p.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 447 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Ortiz (2012)³²⁸ realizó un análisis de los huracanes que han tocado la costa colombiana entre 1900 y 2010, concluyendo que un total de 10 tormentas han afectado la costa Caribe de Colombia en este periodo. En el área continental se ha registrado el paso de seis tormentas (5 tormentas tropicales y un huracán categoría 1) y siete eventos (2 depresiones tropicales, 3 tormentas tropicales, un huracán categoría 1 y un huracán categoría 3) afectaron el área insular (ver Figura No. 5.232).

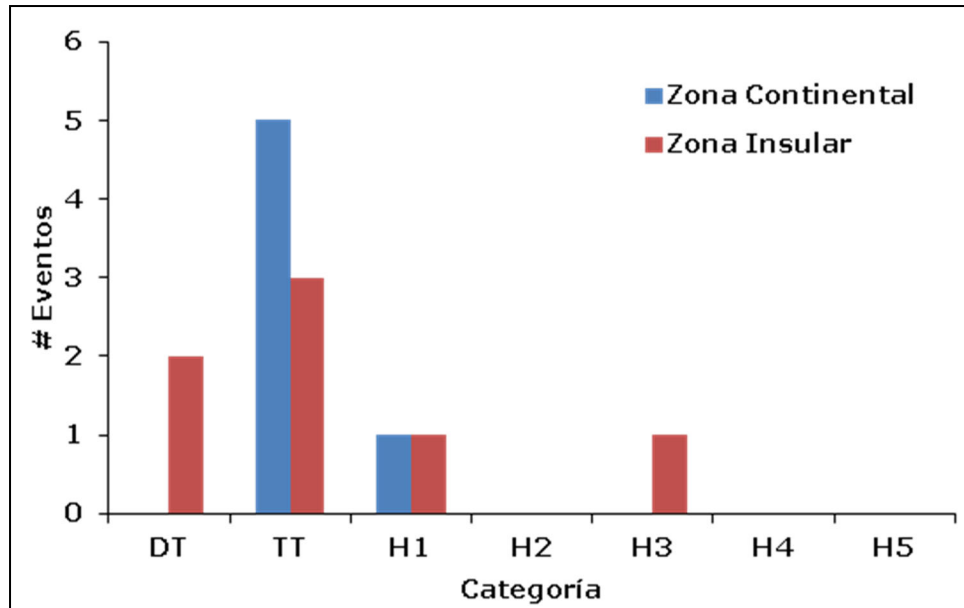


Figura No. 5.243 Eventos significativos que han afectado el Caribe colombiano (Insular y Continental) entre 1900 – 2010
Fuente: Tomado de Ortiz, 2012³²⁹.

A continuación se presenta la trayectoria y una breve descripción de los principales eventos que han pasado por la costa Caribe colombiana. Los

328 ORTIZ, J.C. Exposure of the Colombian Caribbean coast, including San Andrés Island, to tropical storms and hurricanes, 1900–2010. Nat. Hazards, 2012. 6: 815 – 827.

329 *Ibíd.*

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 448 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

principales eventos que se tiene registro han sido, una tormenta sin nombre que pasó en junio de 1933, Irene 1971, Joan 1988 y Bret 1993 y Cesar en 1996³³⁰.

Irene 1971: se formó en la costa oeste de África alcanzando rápidamente hacia el Caribe, donde pierde intensidad al encontrarse con las Islas de Barlovento (*Windward Islands*) donde pierde fuerza, después de pasar por la Costa Norte de Colombia gana fuerza hasta alcanzar categoría de huracán (1) frente a la costa de Nicaragua³³¹ (ver Figura No. 5.233).

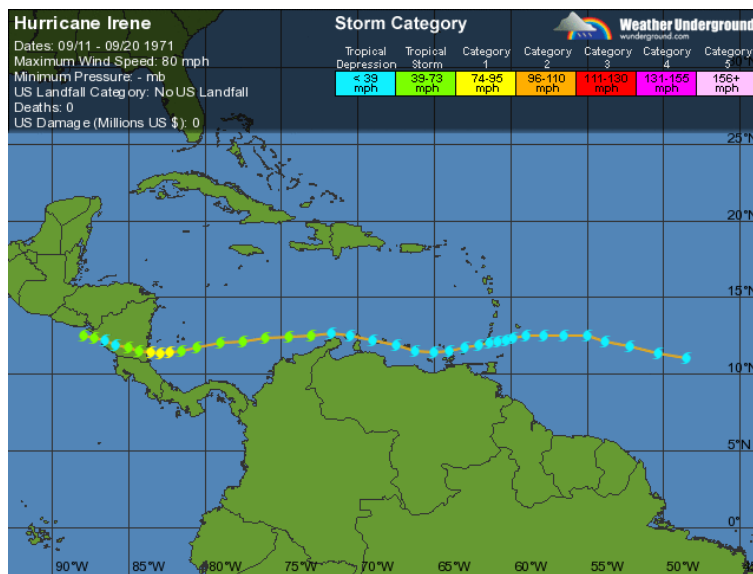


Figura No. 5.244 Trayectoria del Huracán Irene (1971)
Fuente: Weather Underground, 2012.

Huracán Joan (1988): alcanzó condiciones de huracán en la costa Oeste de la Península de La Guajira a 30 mn (millas náuticas) de la costa de Colombia, aunque al pasar por la costa colombiana era una tormenta tropical, la lluvia que acompañaba a la tormenta causó severos daños producto de las inundaciones,

³³⁰ ORTIZ, J.C. 2007. Huracanes y Tormentas tropicales en el Mar Caribe colombiano desde 1900. *En* Boletín Científico CIOH. 25:54-60., 2007

³³¹ SIMPSON, R.H., HOEP., J.R. Atlantic hurricane season of 1971. National Hurricane Center, NOAA. Miami, Fla.1971, 20 p

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 449 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

dejando a su paso por el país un total de 25 muertos y aproximadamente 27000 desplazados³³² (ver Figura No. 5.234).

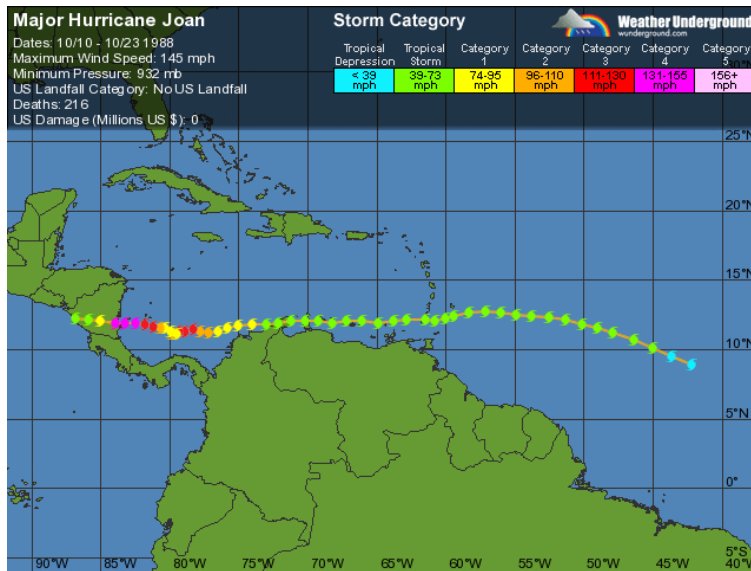


Figura No. 5.245 Trayectoria del Huracán Joan (1988)

Fuente: Weather Underground, 2012.

Huracán Bret (1993): toco tierra en la costa venezolana y continuó su tránsito hacia Colombia, donde se encuentra con las altas elevaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, ocasionando un debilitamiento considerable, sin embargo, después de cruzar esta zona gana fuerza nuevamente hasta alcanzar sus máximas velocidades frente a la costa nicaragüense. A su paso por Colombia dejó una persona muerta y una persona herida³³³ (ver Figura No. 5.235).

332 GERRISH, H.P. 1988. Preliminary report hurricane Joan. 10 – 23 october 1988. National Hurricane Center, NOAA. Miami, Fla., 1988. 14 p

333 PASCH, R.J. 1993. Preliminary report tropical storm Bret. 4 -11 august 1993. National Hurricane Center, NOAA. Miami, Fla., 1993. 14 p

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 450 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

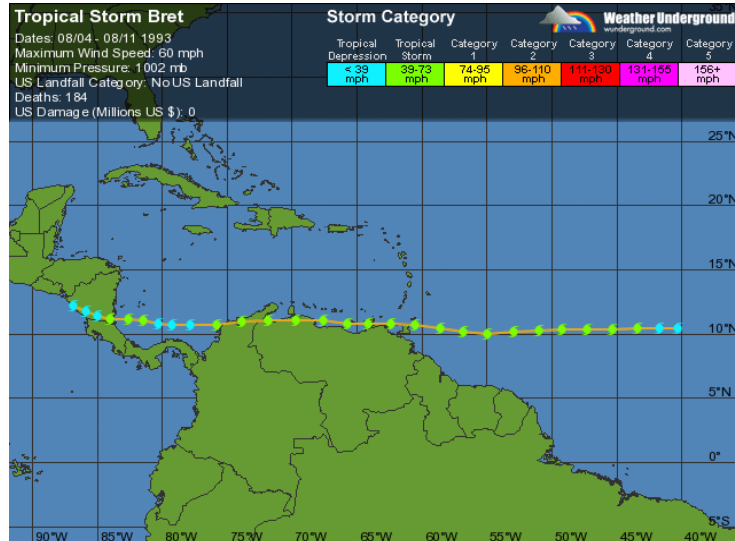




Figura No. 5.246 Trayectoria del Huracán Bret (1993)

Fuente: Weather Underground, 2012.

Huracán Cesar (1996): se forma a partir de una onda tropical que cruzó Dakar, África moviéndose hacia el Oeste, hasta que se desarrolla en la región de las Islas de Barlovento (*Windward Islands*). Cesar continuó su tránsito hacia el Oeste aumentando su intensidad, perdiendo su intensidad al acercarse a la costa de Suramérica, y posteriormente alcanza categoría de huracán en la costa de Nicaragua, al cruzar Nicaragua llega al Océano Pacífico donde se intensifica nuevamente y cambia su nombre a Douglas³³⁴ (ver Figura No. 5.236).

³³⁴ AVILA, L.A. Preliminary report hurricane Cesar. 24 – 29 July 1996. National Hurricane Center, NOAA. Miami, Fla., 1996. 11 p

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 451 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

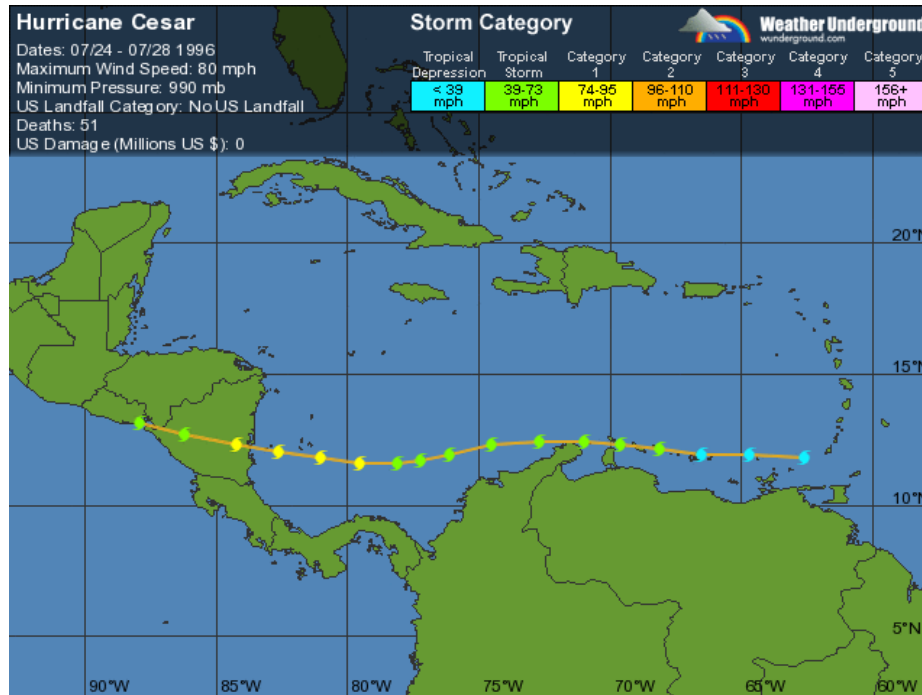


Figura No. 5.247 Trayectoria del Huracán Cesar (1996)


Fuente: Weather Underground, 2012.

A partir de la información presentada anteriormente es posible concluir que la región del Golfo de Urabá no ha sido afectada históricamente por tormentas tropicales, lo que no presenta un riesgo para la ejecución y operación de proyecto.

- *Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas*

El área de estudio del proyecto presenta poca intervención industrial, es una zona con vocación de cultivos de banano y plátano de tipo exportación, en donde se relaciona flujos de tránsito terrestre, fluvial y marítimo para el transporte hasta las embarcaciones en Bahía Colombia.

Las industrias que están asentadas en el área de influencia del proyecto están localizadas en el Corregimiento de Nueva Colonia (Uniban y Banacol), las cuales cuentan con embarcadero, zona de almacenamiento y oficinas, esa allí donde se acopian las producciones de cultivos antes mencionados, para proceder con el traslado por medio de los Convoy Bananeros hasta el área de fondeadero, lugar donde se encuentran los buques para la exportación.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 452 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Fuentes Fijas

No se evidenció la presencia de emisiones de gases y material particulado por fuentes fijas en el área de estudio del proyecto, corregimiento Nueva Colonia y predio del proyecto localizados dentro de la jurisdicción del municipio de Turbo.

- Fuentes Móviles

Debido a la presencia de las empresas bananeras en el corregimiento de Nueva Colonia y el tránsito de la misma población al corregimiento, se evidenció la circulación de vehículos livianos como automóviles y motos, buses y vehículos de carga pesada. Para el transporte fluvial y marino se presenta lanchas, remolcadores y buques.


De acuerdo con el Estudio de Transito Puerto Bahía Colombia De Urabá 2015³³⁵, el flujo vehicular entre el tramo de la vía del corregimiento Rio Grande y el corregimiento Nueva Colonia presentó un total de 1912 vehículos/día, transitando por este tramo, de los cuales 268 son vehículos livianos y 1644 corresponden a vehículos pesados (buses y camiones); esto equivale a un 86% de vehículos pesados y 14% de vehículos ligeros. (Ver Anexo 5.1.3 Estudio_Transito_Puerto Antioquia)

Adicionalmente, para el dragado del río León y el Canal Nueva Colonia, se presenta constantemente una draga para el mantenimiento del cauce, con el fin de garantizar la navegabilidad del mismo.

- De Área

No se evidenció la presencia de emisiones de gases y material particulado en un área fuente dentro del área de estudio del proyecto, corregimiento Nueva Colonia y predio del proyecto localizados dentro de la jurisdicción del municipio de Turbo.

335 PIO SAS y GRUPO VIAL. Ingeniería básica y de detalle, compras y suministro de materiales, construcción, montaje y puesta en operación de las obras requeridas para la fase 1 del Terminal Portuario Puerto Antioquia ubicado en la desembocadura del Río León, en el Golfo de Urabá - Estudio de Tránsito, Departamento de Antioquia. Cali, 2015. 203 p

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 <p>aqua & terra</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 453 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>

- *Calidad del aire*

Se realizó la recopilación de la información de calidad del aire registrada en el Estudio de Impacto Ambiental³³⁶ con el cual se obtuvo la Licencia Ambiental para el proyecto, mediante la Resolución 032 de 2012³³⁷. Es de mencionar, que no se realizó muestreo de calidad del aire, ya que las condiciones del área de intervención no presentaron variaciones de acuerdo con las características del área de estudio en la fecha que realizaron el monitoreo en el año 2009 en comparación con el estado en el 2015, no presenta variaciones significativas en cuanto a la infraestructura, industrias, flujo vehicular y fuente de emisión que puedan causar variaciones en la contaminación al medio ambiente, por lo tanto, se consideró que no era representativo realizar monitoreo nuevamente de calidad del aire para la modificación de licencia ambiental..

La empresa Air Clean Systems S.A. (ACS S.A.) fue la encargada de realizar el monitoreo de calidad del aire en el período comprendido entre los días 24 de Septiembre y 4 de Octubre de 2009 (10 días continuos), en 3 estaciones del predio del Proyecto³³⁸.

- Ubicación de los puntos de monitoreo:

Los registros tomados de las estaciones del monitoreo de calidad del aire realizado por la empresa Air Clean Systems S.A. (ACS S.A.), se localizaron de la siguiente forma, ver Tabla No. 5.89, Figura No. 5.248 y el mapa MOD_LA_PTO_ANT_28_RuidoAire:

Tabla No. 5.89 Ubicación de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire

Estaciones	ID	NOMBRE	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
			ESTE	NORTE
1 (PST) y 4 (PM ₁₀)	A 1-4	Sector Norte	706516.54	1369224.56
2 (PST) y 5 (PM ₁₀)	A 2-5	Sector Sur	706430.13	1368659.23
3 (PST) y 6 (PM ₁₀)	A 3-6	Centro	706490.39	1368972.54

Fuente: Aqua & Terra consultores Asociaos S.A.S., 2015 con datos de ARAÚJO IBARRA, 2009.

³³⁶ PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. y ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A., 2010. Op Cit.

³³⁷ COLOMBIA. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA. Resolución 0032 (25, enero, 2012). Por medio de la cual se otorga una licencia ambiental. Bogotá, D.C. 135 p.

³³⁸ AIR CLEAN SYSTEMS S.A. (ACS). Informe de evaluación de calidad del aire para Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A. ACS ICA 126. Octubre de 2009.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 454 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

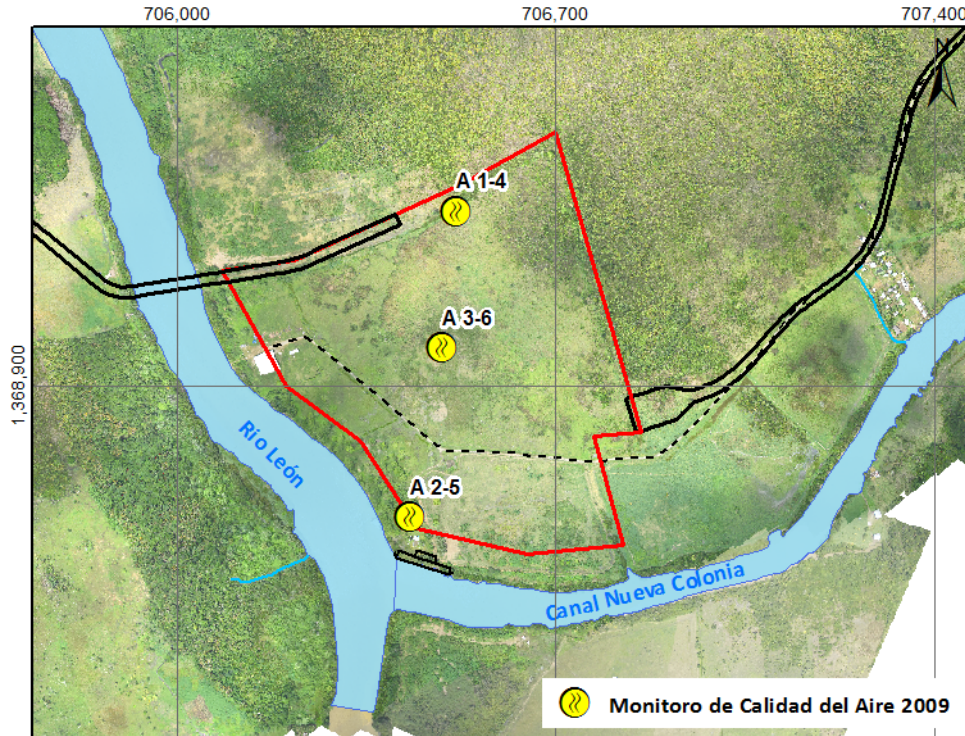


Figura No. 5.248 Ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de aire
Fuente: Aqua & Terra consultores Asociaos S.A.S., 2015 con datos de ARAÚJO IBARRA, 2009.



- Límites permisibles

Se realizará un análisis comparativo de los resultados del monitoreo con la normatividad colombiana la Resolución 610 de 2010³³⁹, emitida por el Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la cual establece los límites permisibles para concentraciones de contaminantes en el aire (contaminantes criterio) (ver Tabla No. 5.90), establecidos a condiciones de referencia 25°C y 101,325 kPa:

Tabla No. 5.90 Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio en aire de inmisión

Contaminante	Límite máximo permisible en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (a 25°C y 101,325 kPa)	Tiempo de promediación
PST	100	Anual

³³⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 610 (marzo, 24, 2010). Por el cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006. Bogotá D.C., 2010

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 455 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

	300	24 horas
PM ₁₀	50	Anual
	100	24 horas
	80	Anual
SO ₂	250	24 horas
	750	3 horas
	100	Anual
NO ₂	150	24 horas
	200	1 hora
	10.000	8 horas
CO	40.000	1 hora

Fuente: Resolución 610 de 2010 del MAVDT³⁴⁰.

- Condiciones climáticas:

Durante el periodo de monitoreo, se registraron datos climáticos representativos de las condiciones meteorológicas locales, mediante la implementación de una estación meteorológica portátil, que fue ubicada dentro del predio.

Tabla No. 5.91 Condiciones climáticas durante el monitoreo de calidad del aire

Día	Fecha	Clima (*)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección predominante del viento	Humedad relativa	Observaciones
1	24/09/09	S	3,8	S	63%	Día soleado con vientos fuertes y variables.
2	25/09/09	S	2,9	N	78%	Día soleado con viento variable.
3	26/09/09	S	2,0	NE	78%	Día soleado con un poco de viento.
4	27/09/09	S - LL	1,5	N	78%	Día soleado con lluvias fuertes en la tarde.
5	28/09/09	S - LL	1,0	SE	78%	Lluvias fuertes en la mañana, tarde soleada.
6	29/09/09	S	0,8	SE	78%	Día soleado con poco viento, cruce de embarcaciones.
7	30/09/09	S - LL	0,8	SE	78%	Día soleado con poco viento, lluvias fuertes en la tarde.
8	01/10/09	S - LL	1,1	SE	78%	Cruce de embarcaciones, día soleado con poco viento, cruce de embarcaciones constante, lluvias fuertes en la tarde
9	02/10/09	S - LL	1,3	SE	78%	Día soleado, cruce de embarcaciones constante, lluvias fuertes en la tarde.

³⁴⁰ Ibíd.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 456 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

Día	Fecha	Clima (*)	Velocidad del viento (m/s)	Dirección predominante del viento	Humedad relativa	Observaciones
10	03/10/09	S - LL	1,1	SE	78%	Día soleado, cruce de embarcaciones constante, lluvias en la noche.

(*) Clima soleado (S) o lluvioso (LL).

Fuente: ACS. Op. Cit.

La dirección predominante del viento estuvo conforme a lo esperado para esta época del año (sur, sureste y suroeste).

- Resultados:

A continuación se presentan los resultados que se obtuvieron en los monitoreos realizados en la campaña efectuada en 2009 por la empresa Air Clean Systems S.A. (ACS S.A.).

❖ Partículas suspendidas (TSP y PM₁₀):

Durante los 10 días de monitoreo, se registraron niveles bajos de partículas suspendidas y un amplio cumplimiento de los límites permisibles establecidos por la Resolución 610 de 2010³⁴¹ del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

De acuerdo con los resultados, se puede evidenciar en la Tabla No. 5.92 que se presentaron en promedio concentraciones de TSP bajas cumpliendo con la normatividad antes mencionada, los cuales variaron para días con valores mínimos de 6,07 µg/m³ y un promedio para los valores en días máximo de 19,47 µg/m³.

Tabla No. 5.92 Resumen del monitoreo de TSP en aire de inmisión

Estaciones	Media geométrica (µg/m ³)	Valor mínimo		Valor máximo		Límite permisible (µg/m ³)
		µg/m ³	Día	µg/m ³	Día	
1	8,5	5,2	25-26/09/2009	20,6	29-30/09/2009	Annual: 100 24 h: 300
2	12,7	8,2	02-03/10/2009	19,0	27-28/09/2009	
3	7,6	4,8	02-03/09/2009	18,8	25-26/09/2009	

A 25°C y 101,325 kPa.

Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A, 2010³⁴².

³⁴¹ Ibíd.

³⁴² PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABA S.A. y ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A, 2010. Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 457 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

De igual forma, las concentraciones de PM₁₀ cumplieron con la normatividad ambiental, las cuales no sobrepasaron los límites permisibles de inmisión con promedio aritméticos entre 4,4 y 9,6 µg/m³ (ver Tabla No. 5.93).

Tabla No. 5.93 Resumen del monitoreo de PM₁₀ en aire de inmisión

Estaciones	Media geométrica (µg/m ³)	Valor mínimo		Valor máximo		Límite permisible (µg/m ³)
		µg/m ³	Día	µg/m ³	Día	
4	4,4	2,6	03-04/10/2009	7,0	29-30/09/2009	Anual: 50 24 h: 150
5	9,6	6,8	29-30/10/2009	13,1	24-25/09/2009	
6	6,2	2,6	30/09-01/10/2009	12,6	24-25/09/2009	

A 25°C y 101,325 kPa.

Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A, 2010³⁴³.

❖ Dióxido de nitrógeno:

Durante los 10 días de monitoreo, se registraron niveles muy bajos de dióxido de nitrógeno (más del 75% de los datos en cada estación mostraron valores por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada) como se presenta en la Tabla No. 5.94. Por lo tanto, un amplio cumplimiento de los límites permisibles establecidos por la Resolución 610 de 2010³⁴⁴ del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Tabla No. 5.94 Resumen del monitoreo de NO₂ en aire de inmisión

Estaciones	Valor mínimo (µg/m ³)	Valor máximo		Límite permisible (µg/m ³)
		µg/m ³	Día	
1	<0,017	0,09	24-25/09/2009	Anual: 100 24 h: 150 1 h: 200
2	<0,017	0,11	02-03/10/2009	
3	<0,017	0,16	02-03/10/2009	

A 25°C y 101,325 kPa.

Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A, 2010.³⁴⁵.

❖ Dióxido de azufre:

Durante los 10 días de monitoreo, se registraron niveles muy bajos de dióxido de azufre (más del 75% de los datos en cada estación mostraron valores por debajo

³⁴³ Ibid.

³⁴⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 610 (marzo, 24, 2010). Op Cit.

³⁴⁵ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 458 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

del límite de detección de la técnica analítica empleada) como se presenta en la Tabla No. 5.95. Por lo tanto, un amplio cumplimiento de los límites permisibles establecidos por la Resolución 610 de 2010³⁴⁶ del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Tabla No. 5.95 Resumen del monitoreo de SO₂ en aire de inmisión

Estaciones	Valor mínimo (µg/m ³)	Valor máximo		Límite permisible (µg/m ³)
		µg/m ³	Día	
1	<0,44	24,44	26-27/09/2009	Anual: 80 24 h: 250 3 h: 750
2	<0,44	17,51	26-27/09/2009	
3	<0,44	11,24	02-03/10/2009	

A 25°C y 101,325 kPa.

Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A, 2010.³⁴⁷.

❖ Monóxido de carbono:

Durante los 10 días de monitoreo, se registraron niveles bajos de monóxido de carbono (ver Tabla No. 5.96) y un amplio cumplimiento de los límites permisibles establecidos por la Resolución 610 de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, aunque los niveles observados revelan aportes de actividades antrópicas locales, si se compara con los niveles promedios reportados por la ATSDR en los Hemisferios Norte y Sur (respectivamente 0,12 y 0,04 ppm)³⁴⁸.

Tabla No. 5.96 Resumen del monitoreo de CO en aire de inmisión

Estaciones	Promedio (ppm)	Valor mínimo (ppm)	Valor máximo (ppm)	Límite permisible (ppm)
1	2,58	2,25	2,92	8 h: 8,8 1 h: 35
2	2,56	2,25	2,77	
3	2,56	2,21	2,78	


Fuente: ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A, 2010.³⁴⁹.

³⁴⁶ Ibíd.

³⁴⁷ Ibíd.

³⁴⁸ ESTADOS UNIDOS. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). Toxicological profile for carbon monoxide [en línea]. Borrador para comentarios (hasta el 26 de febrero de 2010). Septiembre de 2009. 310 páginas (más anexos). Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp201.pdf> [citado el 12 de enero de 2010]. Página 203.

³⁴⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 610 (marzo, 24, 20101). Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 459 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Modelación de la calidad del aire durante la operación del viaducto

Con el fin de evaluar las emisiones ambientales generadas por la operación del viaducto para el tránsito de vehículos que acarrearán la carga tipo exportación e importación descargada en la Terminal en Tierra y Terminal en Agua de Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A a hacia los patios y viceversa, se realizó una modelación de este escenario para identificar los niveles de aporte de emisiones para contaminantes criterio primarios; PM10, CO, NOx y SO₂, el cual fue presentado y aprobado en el Giro ordinario de la actividad licenciada para la construcción de un viaducto como conexión entre el muelle y la terminal portuaria mediante el radicado ANLA 2015008528-1-000 del 20 de febrero de 2015.

Para la modelación del escenario futuro de la operación del viaducto, se realizó en el software de modelación AERMOD view, aprobado por la Environmental Protection Agency, el cual determina hacia donde se dirigen los contaminantes y que concentraciones máximas puede alcanzar. Es en dichos puntos donde teóricamente deben localizarse las estaciones de calidad de aire para registrar las concentraciones máximas de la zona, así como determinar los receptores que podrían ser afectados.

❖ Información requerida

Elevaciones del Terreno

La zona donde se encuentra el proyecto corresponde a terreno plano, por lo que no fue necesario introducir las elevaciones de terreno de la zona modelada. Sin embargo, la topografía del terreno fue descargada mediante los mapas bases que posee el software.


Malla de Receptores

Para el cálculo de las concentraciones se definió una grilla uniforme de receptores que abarca radios a diferentes distancias hasta alcanzar aproximadamente los 3000 metros.

Edificios

Para el caso de la de fuentes de área o de volumen, como es el caso de este proyecto, no se tiene en cuenta el efecto de las edificaciones.

Información Meteorológica

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 460 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

La información meteorológica para alimentar el modelo fue obtenida con Lakes Environmental, y corresponden a datos de la estación meteorológica ubicada en la zona de estudio, correspondiente a todo el año 2013.

Los datos meteorológicos que requiere todo estudio de calidad del aire son:

- Número de categorías de velocidad de viento.
- Número de categorías de estabilidad Pasquill – Guifford.
- Número de categorías de dirección de vientos.
- Vector de frecuencia acumulada de ocurrencia de velocidad y dirección de vientos para cada categoría de estabilidad.
- Vector de temperatura ambiental como función de la categoría de estabilidad.
- Vector de alturas de mezclas como función de la categoría de estabilidad dirección de vientos y estación.
- Vector del valor medio de cada categoría de velocidad.

Velocidad de Viento

El viento es el aire en movimiento y se presenta por las diferencias de presión, densidad y demás características atmosféricas. La medida que se hace del viento es la componente horizontal del movimiento del aire, este vector tiene dos componentes: dirección y velocidad. Colombia se destaca en una zona conocida como calmas intertropicales, con vientos de baja velocidad.

Tanto en las mediciones de velocidad como en la de dirección de vientos es importante considerar los factores locales, tales como la presencia de mar, montañas, barreras urbanísticas que influyen en los detalles del movimiento del aire.

La Figura No. 5.249 y la Figura No. 5.250 muestran la representación gráfica del comportamiento de los vientos según los datos meteorológicos de la zona. La rosa de vientos se obtiene mediante el software complementario AERMET, ingresando la información proporcionada por Lakes Environmental

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 461 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

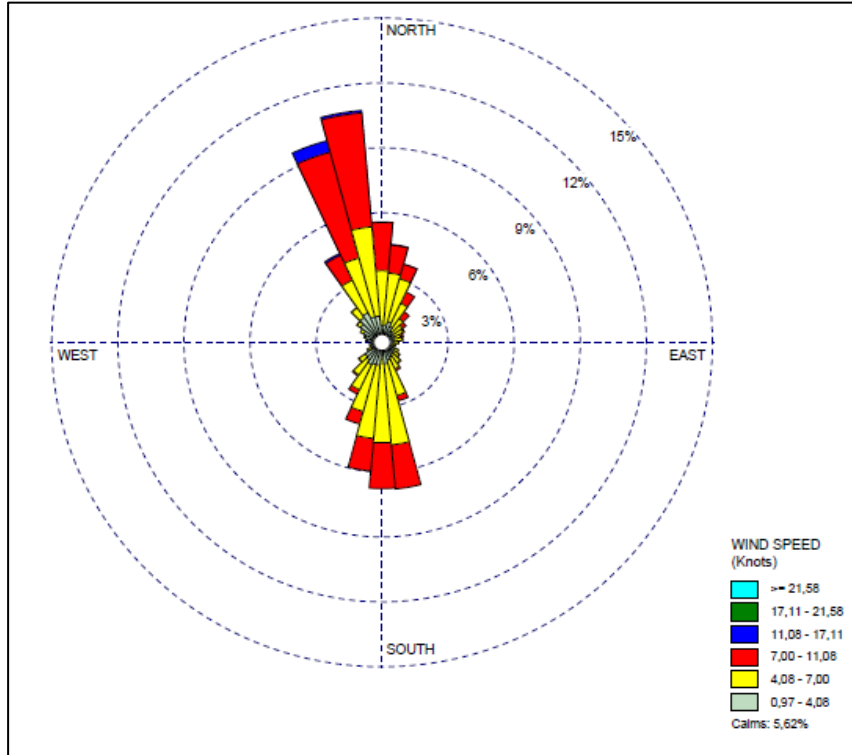


Figura No. 5.249 Rosa de Vientos, zona de estudio Apartado Colombia
Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 462 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

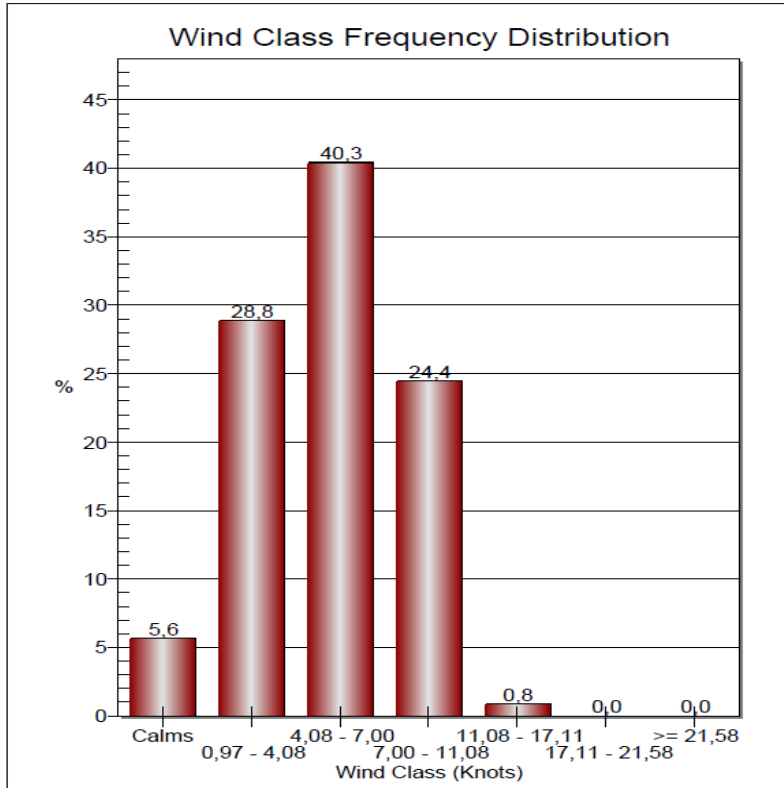


Figura No. 5.250 Distribución de frecuencia de clases de viento
Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

Estabilidad Atmosférica

La atmósfera es un sistema continuo y dinámico en donde la estabilidad cambia constantemente de acuerdo a la hora del día, la presencia de nubes, el tipo de vientos, la temperatura de superficie y la concentración y tipo de contaminantes. En la práctica se pueden presentar infinitas situaciones atmosféricas; a fin de darles un tratamiento operativo se establece una serie de clases o categorías de acuerdo al tratamiento operativo propuesto por Pasquill - Guifford (1961) de la Oficina de Meteorología de la Gran Bretaña.

Las estabilidades se denominan así:

A = 1 = Extremadamente inestable

B = 2 = Inestable

C = 3 = Ligeramente inestable

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 463 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

D = 4= Neutra

E = 5 = Ligeramente estable

F = 6 = Moderadamente estable

La Tabla No. 5.97 clasifica las estabildades dadas por Pasquill-Guifford, de acuerdo a la velocidad de viento, la insolación y la nubosidad.

Tabla No. 5.97 Clasificación de la Estabilidad de la Atmósfera según Pasquill - Guifford

Velocidad del viento m/s	Día (insolación)			Noche (nubosidad)	
	fuerte	moderado	suave	>4/8	<4/8
<2	A	A-B	B		
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

Humedad Relativa y Brillo Solar

La humedad relativa es la relación existente entre la cantidad de vapor de agua del aire no saturado y la cantidad de vapor del agua que el aire admitiría si estuviese saturado para una temperatura dada, la humedad relativa es función de la temperatura del aire.

Las mediciones de brillo solar se efectúan a través del heliógrafo instrumento que registra las horas de insolación.

Datos de Alimentación del AERMET

La información Meteorológica base para ser pre-procesada por el modelo AERMET, se obtuvo directamente con Lakes Environmental, se obtienen dos archivos: a) Hourly Surface Data (archivo con extensión *.sam) y, b) Upper Air Data (archivo con extensión *.ua).

Los archivos se ordenaron con la siguiente etiqueta:

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 464 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Order #:	MET146264
Ordered by:	Gustavo Gutierrez
Company:	AG Consultores Ambientales SAS
Met Data Type:	AERMET-Ready (Surface & Upper Air Data)
Start-End Date:	Jan 01, 2013 - Dec 31, 2013
Latitude:	7.920556 N
Longitude:	76.736389 W
Datum:	WGS 84
Site Time Zone:	UTC/GMT UTC - 5 hour(s)
Closest City & Country:	apartado - Colombia

Calculated Pseudo Met Station Parameters:

Anemometer Height:	14 m
Station Base Elevation:	25 m
Upper Air Adjustment:	+5 hour(s)

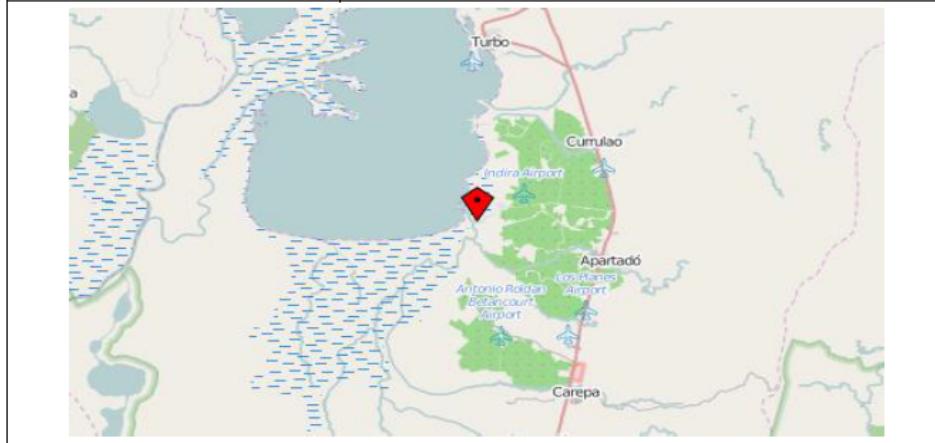


Figura No. 5.251 Información de los datos meteorológicos disponibles para la zona de estudio


Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

En el Anexo 5.1.4 Calidad del aire y ruido, se presentan los archivos en formatos *.sam y *.ua, que fueron obtenidos y con los que se procesa la información meteorológica en el AERMET.

Una vez procesada esta información, se obtienen los datos de salida del AERMET, con los cuales se alimenta el AERMOD para realizar la modelación. Los archivos de salida del Aermet (archivos *.pfl y *.sfc) se encuentran en el Anexo 5.1.4 Calidad del aire y ruido.

❖ Configuración de la Modelación

Características de la fuente

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 465 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

El viaducto fue modelado como fuente de área y se alimentó su localización el ancho, la longitud total y la altura base, así como la emisión de cada uno de los contaminantes, en g/s.

Los parámetros de modelación fueron: Material Particulado menor a 10 micras (PM10), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Dióxido de Azufre (SO₂) y Monóxido de Carbono (CO).

Estos contaminantes se encuentra incluidos dentro de los denominados contaminantes criterio debido a las repercusiones que causan sobre la salud humana y que afectan principalmente las vías respiratorias, pulmones y causan dolores de cabeza y malestar general cuando sus concentraciones se encuentran a nivel tal que puedan afectar a grupos sensibles como niños y ancianos.

En la Tabla No. 5.90, se presentó los niveles máximos permisibles establecidos en la normatividad colombiana Resolución 610 de 2010³⁵⁰.

Las potenciales emisiones atmosféricas corresponden a las generadas por los vehículos que transitarán por el viaducto. De acuerdo con el documento “Ingeniería conceptual para los diseños de puerto en agua, viaducto, puente y puerto en tierra del proyecto Puerto Bahía Colombia De Urabá S.A, se estima un tránsito de 40 vehículos hora.

Con el fin de evaluar cuál es el impacto del tránsito vehicular se estiman las emisiones en base a los factores de emisión Road Transport Emission Factors: 2011 NAEI March 2013 (National atmospheric emissions inventory) del Reino Unido.

Tabla No. 5.98 Factores de emisión para tubos de escape calientes, solo por tipo de vehículo y de carretera.

Hot exhaust only		g/km	g/km	g/km	g/km
		NOx	PM10	CO	SO ₂
Diesel cars	/ urban roads	0,612	0,020	0,127	0,001

Fuente: RoadtransportEFs_NAEI11_v1.xls Author: Helen Venfield NAEI Ref: ED56186505 Date:22/03/2013 National atmospheric emissions inventory.

³⁵⁰ COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL ahora, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 610 (marzo, 24, 20101). Op Cit

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 466 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Para el cálculo se consideró un flujo vehicular promedio de 40 viajes de camiones/ hora, para un flujo diario de 960 viajes de vehículos/ día.

El cálculo del flujo de salida de los contaminantes en g/s se realizó utilizando las ayudas de cálculo del Software, teniendo en consideración el flujo vehicular y las características de la vía. Ver Tabla No. 5.98.

El ancho de las vía del viaducto es de 9 m, pavimentada, con un tráfico de vehículos equivalente a 40 vehículos por hora y 960 vehículos al día, la velocidad de los vehículos se estima en 40 km/h como promedio.

Tabla No. 5.99 Concentración de los contaminantes ingresados en la modelación

g/s	g/s	g/s	g/s
NOx	PM10	CO	SO2
0,0272	0,00089	0,056	0,00044

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

En la Figura No. 5.252 se aprecia el plano del terminal portuario y el viaducto por el que transitarán los vehículos de carga.



Figura No. 5.252 Plano del proyecto, viaducto Puerto Bahía Colombia De Urabá S.A.
Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 467 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Periodos de promediación

Con el fin de comparar los resultados del modelo, se realizaron para cada contaminante corridas con los periodos de promediación establecidos por la resolución 610 del 2010 del MAVDT hoy MADS, los cuales se muestran en la Tabla No. 5.100.

Tabla No. 5.100 Periodos de promediación de los contaminantes durante la modelación

Parámetro	Periodo
PM10	24 horas
NOx	24 horas
SO ₂	24 horas
CO	8 horas

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

❖ Resultados de la Modelación

Como resultado de la ejecución del modelo, se obtienen una modelación gráfica que se muestra en los archivos anexos mediante curvas isopletas obtenidas para todos los contaminantes y periodo de promediación modelados. El tiempo de ejecución de cada corrida fue de 4 horas por cada contaminante.

A continuación, se presentan los gráficos de resultados generados por el AERMOD view, en ellos se visualiza la distribución de las concentraciones generadas por la fuente de emisión modelada. Los documentos de salida en formato PDF se encuentran en el Anexo 5.1.4 Calidad del aire y ruido.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 468 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

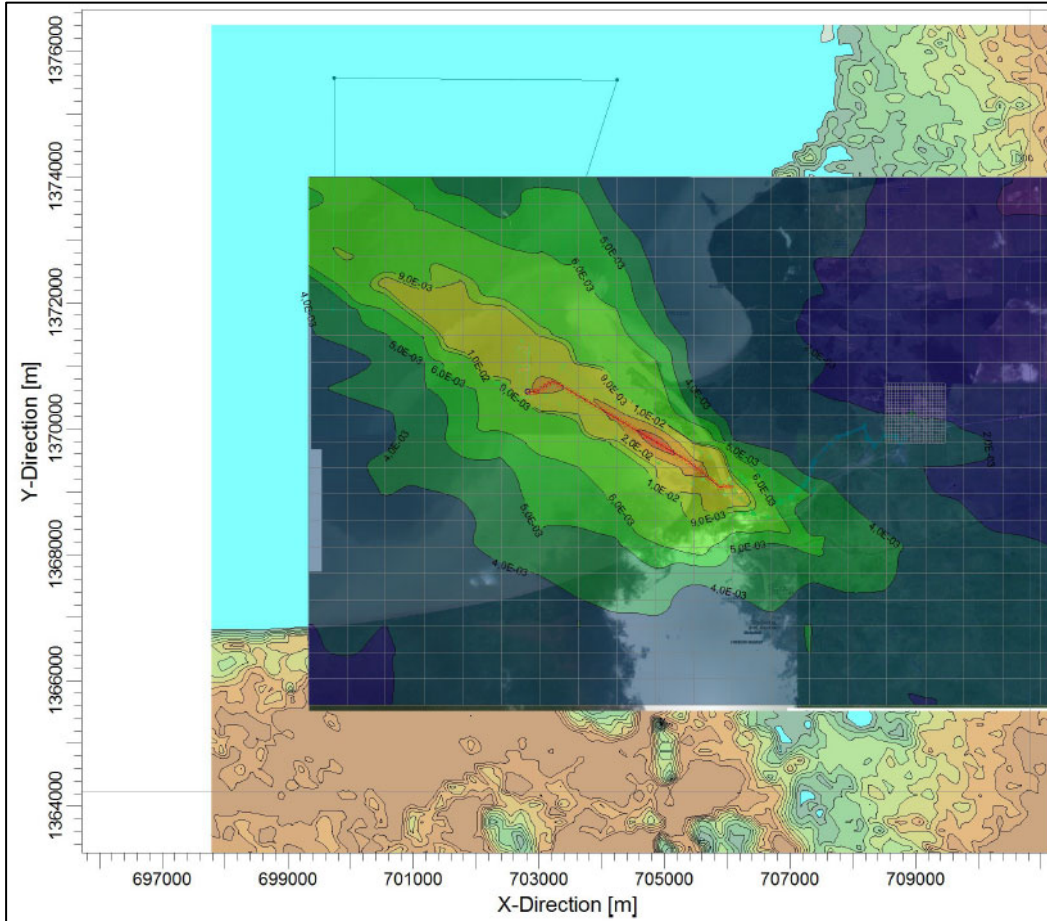


Figura No. 5.253 Resultado de la modelación de material particulado, PM10 en el área de estudio.

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

La distribución del material particulado menor a 10 micras PM10, que se presenta en la Figura No. 5.253, muestra una pluma de dispersión paralela al viaducto que es la fuente de emisión. Las mayores concentraciones se encuentran dentro de los primeros 400 metros hacia cada lado de la vía, dentro de esta distancia se encuentra concentraciones entre $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta $0,009 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Con respecto a los posibles receptores, se observa un aporte aproximado de $0,002 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sobre la población de Nueva Colonia, que es la población más cercana, ubicada aproximadamente a 3 km del viaducto, este aporte corresponde a un 0,002 % del límite máximo permisible establecido en la norma ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 aqua & terra
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 469 de 534
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión: B

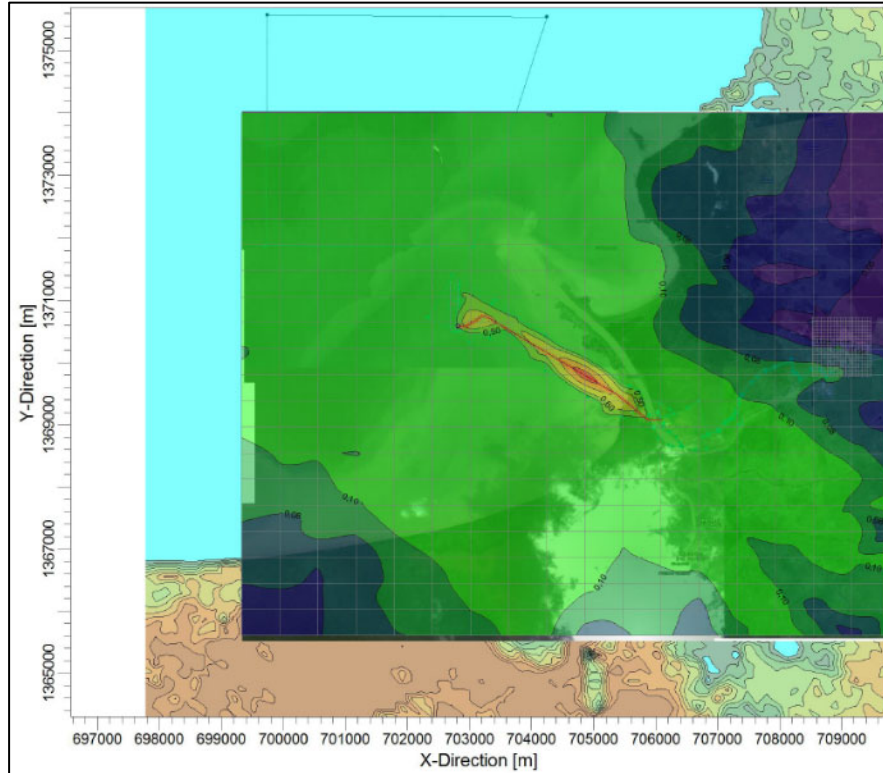


Figura No. 5.254 Resultado de la modelación de Óxidos de Nitrógeno, NO_x en el área de estudio

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

La distribución de los óxidos de nitrógeno presentados en la Figura No. 5.254, muestra que las mayores concentraciones se encuentran en los primeros 200 metros hacia cada lado de la vía, distancia a la que la concentración es de 0,50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio. Con respecto a los posibles receptores, se observa un aporte de entre 0,08 a 0,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sobre la población de Nueva Colonia, este aporte corresponde a un 0,05 % del límite máximo permisible establecido en la norma ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 470 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

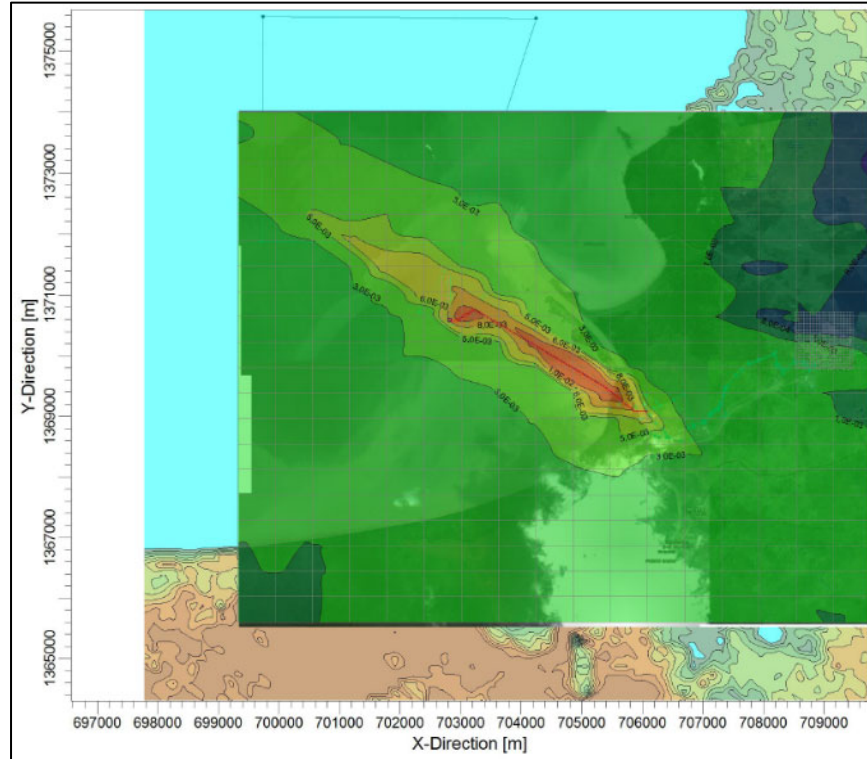


Figura No. 5.255 Resultado de la modelación de Dióxido de Azufre, SO₂ en el área de estudio

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

La distribución del dióxido de azufre SO₂ presentada en la Figura No. 5.255, muestra que las mayores concentraciones se encuentran hasta los 600 metros hacia cada lado de la vía, donde se encuentran concentraciones de entre 0,01 µg/m³ a 0,005 µg/m³. La pluma de dispersión sigue un patrón paralelo a la dirección de la vía, con tendencia mayormente hacia el noroeste. Con respecto a los posibles receptores, se observa un aporte de entre 0.001 a 0,0008 µg/m³ sobre la población de Nueva Colonia, la población más cercana, aporte correspondiente al 0,0004 % del límite máximo permisible establecido en la norma (250 µg/m³).

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 471 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>

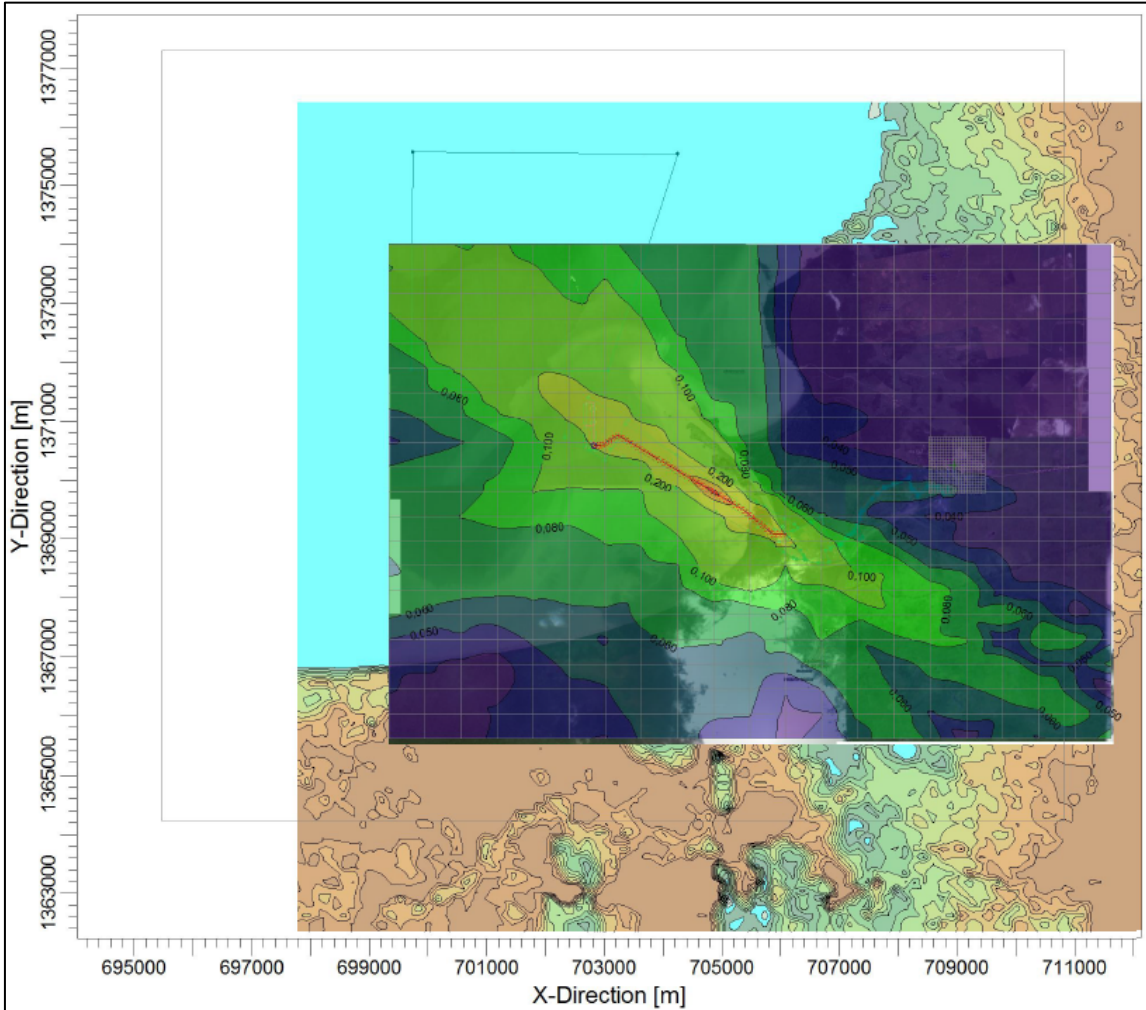


Figura No. 5.256 Resultado de la modelación de Monóxido de Carbono, CO en el área de estudio.

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

La distribución del monóxido de carbono CO, presentado en la Figura No. 5.256, muestra que las mayores concentraciones se encuentran en los primeros 400 metros hacia cada lado de la vía, las mayores concentraciones en esta zona son de $0,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio. Con respecto a los posibles receptores, se observa un aporte máximo de $0,050 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sobre la población de Nueva Colonia. Este aporte corresponde a un $0,0005 \%$ del límite máximo permisible establecido en la norma ($10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 472 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Máximas Concentraciones

En la Tabla No. 5.101 se muestran las máximas concentraciones obtenidas en la modelación del proyecto. Se observa que el contaminante que presenta una mayor concentración son los óxidos de nitrógeno, con una concentración máxima de 1,16091 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Los demás contaminantes presentaron valores por debajo de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como se aprecia en la tabla.

Tabla No. 5.101 Máximas concentraciones obtenidas en la modelación

CONTAMINANTE	PERIODO DE PROMEDIACION	LIMITE NORMATIVO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CONCENTRACIÓN ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% DE LA NORMA
PM10	24 horas	100	0,03799	0,037
NOx	24 horas	150	1,16091	0,774
SO ₂	24 horas	250	0,01878	0,007
CO	8 horas	10.000	0,54149	0,005

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

Concentraciones Totales



Para el cálculo de las concentraciones totales, se emplearon las concentraciones máximas obtenidas en los estudios de calidad del aire del EIA del proyecto. Estos valores fueron sumados a los valores máximos calculados por modelación, obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla No. 5.102. Este cálculo lleva implícita la suposición de que las estaciones fueron localizadas de manera que midieran las concentraciones de fondo.

De esta manera se obtienen las concentraciones máximas esperadas durante la operación del puerto, con la construcción del viaducto.

De estas tablas se deduce que el incremento esperado de la concentración es bajo, siendo mayor para óxidos de nitrógeno que representa el 966% de las emisiones actuales.

Tabla No. 5.102 Concentraciones totales de la zona

CONTAMINANTE	PERIODO DE PROMEDIACION	ACTUAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MODELADO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TOTAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	INCREMENTO
PM10	24 horas	10,9	0,04	10,94	0,37%

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 473 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

NOx	24 horas	0,12	1,16	1.28	966%
SO ₂	24 horas	17,73	0,02	17,75	0,11%
CO	8 horas	2,57	0,54	3.11	21%

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

❖ Conclusiones

La modelación realizada muestra que el aporte de los contaminantes criterios; PM10, SO₂, NOx y CO por la operación del viaducto indica valores relativamente bajos, por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 610 de 2010 del MAVDT hoy MADS.

La contribución de los niveles de contaminación aportados por la operación del viaducto, sumados a los valores obtenidos en la línea base para las condiciones actuales (sin proyecto), se mantiene por debajo de los límites máximos permisibles.

El valor máximo de PM10 obtenido por la operación del viaducto fue de 0,04 µg/m³, equivalente a un incremento del 0,37%, con respecto a los valores máximo promedio obtenido en la línea base para un periodo de 24 horas (10,9 µg/m³).

El valor máximo de CO obtenido por la operación del viaducto fue de 0,54 µg/m³, equivalente a un incremento del 21%, con respecto a los valores máximo promedio obtenido en la línea base para un periodo de 8 horas (2,57 µg/m³).

El valor máximo de SO₂ obtenido por la operación del viaducto fue de 0,02 µg/m³, equivalente a un incremento del 0,11%, con respecto a los valores máximo promedio obtenido en la línea base para un periodo de 24 horas (250µg/m³).

El valor máximo de NOx obtenido por la operación del viaducto fue de 1,16 µg/m³, equivalente a un incremento del 966%, con respecto a los valores máximo promedio obtenido en la línea base (0,12 µg/m³). A pesar del incremento notorio en este parámetro, los resultados siguen presentando valores por debajo de los límites permisibles, para un periodo de 24 horas (150 µg/m³).

El tránsito vehicular a circular por el nuevo viaducto del proyecto de Puerto Bahía Colombia De Urabá S.A, generara aportes mínimos, poco significativos, de los contaminantes criterios modelados; material particulado PM10, SO₂, NOx y CO.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 474 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- **Ruido**

Para determinar los niveles de ruido ambiental se hizo un monitoreo en el área de influencia del proyecto, que estuvo a cargo de la empresa SGS Colombia S.A.S., para el cual se seleccionaron cuatro (4) puntos representativos los cuales se monitorearon los días 10 de julio (día hábil) y 12 de julio (día no hábil) del año 2015. La localización de estos puntos se muestra a continuación en la Figura No. 5.257 y en la

Tabla No. 5.103.

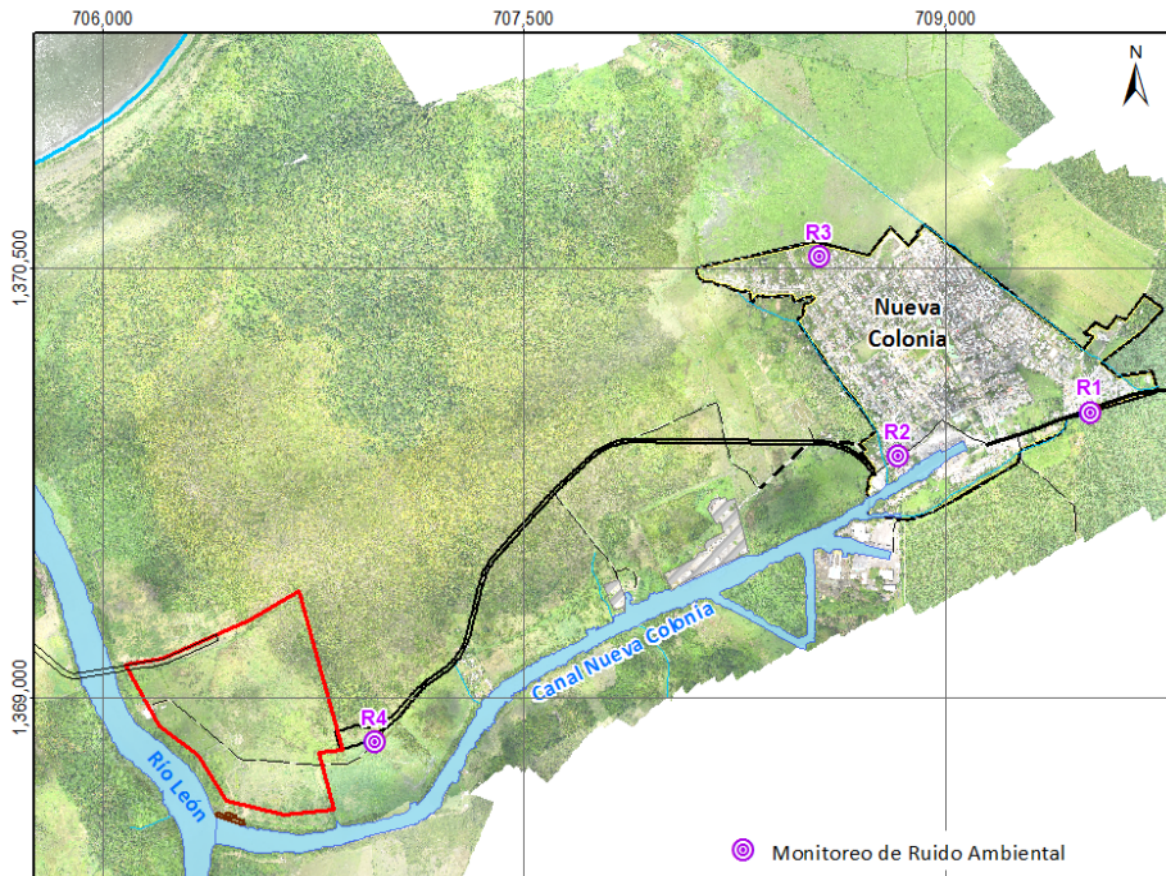


Figura No. 5.257 Localización de los puntos de monitoreo de ruido ambiental
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Tabla No. 5.103 Coordenadas de los puntos de monitoreo de ruido ambiental

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 475 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

ID	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS Origen BOGOTÁ	
	ESTE	NORTE
R1	709.518,96	1.369.996,53
R2	708.833,52	1.369.842,90
R3	708.553,10	1.370.542,73
R4	706.969,86	1.368.841,19

Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S, 2015

Los equipos utilizados para la medición de emisión de ruido fue un sonómetro integrador automático y un pistófono de verificación marca CASELLA y para medir los parámetros atmosféricos se usó una estación meteorológica de los cuales se tienen sus certificados de calibración en el Anexo 5.1.4 Calidad de aire y ruido.

Para la verificación del correcto funcionamiento del sonómetro, se utilizó un Calibrador acústico con precisión tipo 1 para sonómetros con una frecuencia de salida de 1000 Hz y 114 dB

- Descripción de los puntos de monitoreo

Punto R1: Punto de monitoreo localizado sobre la vía Nueva Colonia al corregimiento Río Grande que comunica con la ruta nacional 62, en la entrada al corregimiento Nueva Colonia. En el costado derecho de la vía se localizan viviendas y en el costado izquierdo cultivos de banano, ver Fotografía No. 5.29.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 aqua & terra
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 476 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>



Fotografía No. 5.29 Punto de monitoreo R1
Fuente: SGS Colombia, Julio 2015

Punto R2: Este punto se localizó en el centro urbano del corregimiento Nueva Colonia a las afueras del corregimiento, cerca de la vía principal que conduce del corregimiento de Nueva Colonia al proyecto portuario. Las mediciones se realizaron sobre una calle destapada y el área circundante al punto de monitoreo se encontraba rodeada por viviendas y vegetación arbustiva. Ver Fotografía No. 5.30.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 aqua & terra
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 477 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>



Fotografía No. 5.30 Punto de Monitoreo – R2
Fuente: SGS Colombia, Julio 2015

Punto R3: Punto de monitoreo con baja densidad poblacional, localizado al noroeste del corregimiento de Nueva Colonia con presencia de vegetación arbustiva y arbórea y sobre una calle destapada. Ver Fotografía No. 5.31.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 478 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Fotografía No. 5.31 Punto de Monitoreo – R3
Fuente: SGS Colombia, Julio 2015

Punto R4: Punto de monitoreo ubicado sobre vía destapada, aproximadamente a dos kilómetros del corregimiento Nueva Colonia en sentido este – oeste. Los costados de la vía corresponden a potreros para ganadería. Ver Fotografía No. 5.32.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 479 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>



Fotografía No. 5.32 Punto de Monitoreo – R4
Fuente: SGS Colombia, Julio 2015

- Condiciones atmosféricas en el área de influencia

En los días del monitoreo de ruido ambiental se presentaron las condiciones atmosféricas que se detallan a continuación en la Tabla No. 5.104.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 480 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.104 Condiciones atmosféricas

Fecha monitoreo	Temperatura media (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Presión atmosférica a nivel del mar (mmHg)	Humedad relativa media (%)	Precipitación total de lluvia y/o nieve derretida (mm)	Velocidad media del viento (Km/h)	Velocidad máxima sostenida del viento (Km/h)
Día hábil 10/07/2015	28	37,2	23,8	759,9	84	0	0,5	8,5
Día no hábil 12/07/2015	27	33,4	24,2	763,6	86	0	1,2	14,8

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

- Comparación con la norma

Los monitoreos se realizaron en horario diurno y nocturno, en día hábil y no hábil y los resultados de las mediciones se compararon con los estándares máximos permisibles del sector. De acuerdo con las características propias de cada punto de monitoreo, este se clasificó en uno de los subsectores definidos por la Resolución 627 de 2006³⁵¹ como muestra la Tabla No. 5.105.

Tabla No. 5.105 Estándares Máximos Permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A)

Punto de monitoreo	Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB (A)	
			Día	Noche
R1 y R2	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales e instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, casinos.	70	55
R3	Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
R4	Sector D. Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.	55	45

Fuente: Resolución 627 de 2006³⁵²

³⁵¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 627 (abril, 07, 2006). Por el cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. . Bogotá D.C., 2006

³⁵² Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO					
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA				Página 481 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01				Revisión:	B

- Resultados obtenidos

Se presenta un consolidado de las mediciones y ajustes obtenidos en cada uno de los puntos en las respectivas direcciones para el día hábil en la Tabla No. 5.106 y para el día no hábil en la Tabla No. 5.107

Tabla No. 5.106 Resultados de medición de ruido ambiental y correcciones, día hábil

Punto de Medición	Dirección	LAeq	Lmax	Lmin	L90	LAI	Correcciones				LAeq Corr
							KT	KI	KR	KS	
R1	Diurno										
	Norte	69,1	85,1	59,0	61,5	71,1	0	0	0	0	69,1
	Este	67,7	83,4	57,1	61,0	70,3	0	0	0	0	67,7
	Sur	63,3	79,5	53,5	55,0	65,6	0	0	0	0	63,3
	Oeste	66,2	83,7	58,6	61,0	69,4	0	3	0	0	69,2
	Vertical	64,4	86,1	57,5	60,0	68,5	0	3	0	0	67,4
	Nocturno										
	Norte	67,1	83,5	48,0	53,0	69,4	0	0	0	0	67,1
	Este	68,9	92,6	46,3	51,0	73,7	0	3	0	0	71,9
	Sur	70,6	88,9	48,7	51,5	72,4	0	0	0	0	70,6
	Oeste	68,2	89,6	45,8	49,0	70,6	0	0	0	0	68,2
Vertical	69,1	85,4	49,2	52,5	71,0	0	0	0	0	69,1	
R2	Diurno										
	Norte	62,3	83,2	54,9	57,0	67,0	0	3	0	0	65,3
	Este	60,8	77,6	54,4	56,5	65,5	0	3	0	0	63,8
	Sur	63,6	85,9	54,6	56,5	68,4	0	3	0	0	66,6
	Oeste	63,0	80,6	54,9	56,5	67,3	0	3	0	0	66,0
	Vertical	59,7	77,7	53,2	56,0	64,7	0	3	0	0	62,7
	Nocturno										
	Norte	54,6	76,8	43,1	46,5	61,1	0	6	0	0	60,6
	Este	63,8	88,1	41,4	48,0	70,3	0	6	0	0	69,8
	Sur	55,9	72,5	45,3	48,0	60,8	0	3	0	0	58,9
	Oeste	63,8	87,8	42,6	46,0	70,4	0	6	0	0	69,8
Vertical	53,2	69,8	43,6	47,0	58,7	0	3	0	0	56,2	
R3	Diurno										
	Norte	50,9	68,3	43,8	46,0	55,3	0	3	0	0	53,9
	Este	75,1	77,9	70,3	70,5	75,5	0	0	0	0	75,1
	Sur	51,5	73,0	44,1	46,0	58,1	0	6	0	0	57,5

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		

Punto de Medición	Dirección	LAeq	Lmax	Lmin	L90	LAI	Correcciones				LAeq Corr
							KT	KI	KR	KS	
	Oeste	65,3	70,4	59,6	60,5	65,7	0	0	0	0	65,3
	Vertical	53,4	71,6	44,9	48,5	59,6	0	6	0	0	59,4
	Nocturno										
	Norte	56,1	64,0	53,2	54,0	57,0	0	0	0	0	56,1
	Este	56,8	66,1	54,8	55,5	57,9	0	0	0	0	56,8
	Sur	55,7	65,4	53,6	54,0	56,6	0	0	0	0	55,7
	Oeste	56,4	65,9	54,5	55,0	57,5	0	0	0	0	56,4
	Vertical	74,2	78,8	53,2	54,5	74,4	0	0	0	0	74,2
R4	Diurno										
	Norte	51,2	59,3	50,6	51,0	52,2	0	0	0	0	51,2
	Este	48,7	56,9	47,7	48,5	49,6	0	0	0	0	48,7
	Sur	50,6	60,0	48,8	50,5	51,3	0	0	0	0	50,6
	Oeste	49,6	63,9	48,0	49,0	50,7	0	0	0	0	49,6
	Vertical	48,7	55,2	47,5	48,0	49,7	0	0	0	0	48,7
	Nocturno										
	Norte	54,8	69,0	53,5	54,0	55,7	0	0	0	0	54,8
	Este	56,7	72,7	55,6	56,0	58,9	0	0	0	0	56,7
	Sur	56,2	68,0	55,2	55,5	58,9	0	0	0	0	56,2
	Oeste	59,1	64,8	55,6	56,5	60,8	0	0	0	0	59,1
	Vertical	56,3	62,5	55,1	55,5	58,7	0	0	0	0	56,3

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

Tabla No. 5.107 Resultados de medición de ruido ambiental y correcciones, día no hábil

Punto de Medición	Dirección	LAeq	Lmax	Lmin	L90	LAI	Correcciones				LAeq Corr
							KT	KI	KR	KS	
R1	Norte	64,9	83,6	49,6	53,0	68,5	0	3	0	0	67,9
	Este	58,5	73,7	50,9	52,5	61,5	0	0	0	0	58,5
	Sur	62,4	86,4	48,4	53,0	67,0	0	3	0	0	65,4
	Oeste	63,7	80,4	49,8	54,0	65,7	0	0	0	0	63,7
	Vertical	64,3	83,6	49,8	53,0	68,2	0	3	0	0	67,3
	Nocturno										
	Norte	50,5	66,6	46,7	48,0	52,1	0	0	0	0	50,5
	Este	55,6	72,0	47,0	48,5	59,4	0	3	0	0	58,6
	Sur	49,3	61,7	47,6	48,0	50,8	0	0	0	0	49,3
	Oeste	55,3	76,2	47,9	48,5	57,4	0	0	0	0	55,3

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO					
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA				Página 483 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01				Revisión:	B

Punto de Medición	Dirección	LAeq	Lmax	Lmin	L90	LAI	Correcciones				LAeq Corr
							KT	KI	KR	KS	
	Vertical	51,6	70,1	46,7	47,5	53,5	0	0	0	0	51,6
R2	Diurno										
	Norte	65,4	82,7	49,3	51,0	66,8	0	0	0	0	65,4
	Este	59,9	78,7	52,3	55,0	64,8	0	3	0	0	62,9
	Sur	61,4	87,0	50,4	53,5	68,5	0	6	0	0	67,4
	Oeste	64,7	86,1	53,9	56,0	70,5	0	3	0	0	67,7
	Vertical	53,7	72,0	48,8	50,5	56,9	0	3	0	0	56,7
	Nocturno										
	Norte	53,8	61,4	50,5	52,0	55,5	0	0	0	0	53,8
	Este	47,7	55,4	45,2	46,5	49,1	0	0	0	0	47,7
	Sur	53,1	61,6	48,9	51,5	54,8	0	0	0	0	53,1
Oeste	50,8	58,0	48,2	49,5	52,3	0	0	0	0	50,8	
Vertical	53,3	60,8	49,7	51,5	54,8	0	0	0	0	53,3	
R3	Diurno										
	Norte	78,2	91,0	54,9	68,0	82,0	0	3	0	0	81,2
	Este	72,9	87,4	52,3	58,5	76,7	0	3	0	0	75,9
	Sur	76,7	89,6	65,1	62,0	80,3	0	3	0	0	79,7
	Oeste	74,1	87,1	54,7	60,5	77,9	0	3	0	0	77,1
	Vertical	75,9	86,3	53,6	65,5	79,3	0	3	0	0	78,9
	Nocturno										
	Norte	53,0	58,6	52,0	52,5	54,4	0	0	0	0	53,0
	Este	54,1	57,1	51,9	53,5	55,4	0	0	0	0	54,1
	Sur	52,7	59,2	51,6	52,0	53,9	0	0	0	0	52,7
Oeste	53,5	57,0	51,2	53,0	54,8	0	0	0	0	53,5	
Vertical	52,9	59,0	51,8	52,5	54,1	0	0	0	0	52,9	
R4	Diurno										
	Norte	43,7	56,3	41,6	42,5	44,8	0	0	0	0	43,7
	Este	40,8	53,9	38,4	39,5	42,4	0	0	0	0	40,8
	Sur	44,5	59,4	40,3	43,0	46,8	0	0	0	0	44,5
	Oeste	42,5	61,7	38,6	40,0	47,6	0	3	0	0	45,5
	Vertical	44,1	56,7	41,4	43,0	45,2	0	0	0	0	44,1
	Nocturno										
	Norte	54,9	59,5	54,5	54,5	55,4	0	0	0	0	54,9
	Este	55,0	58,3	54,4	54,5	55,4	0	0	0	0	55,0
	Sur	55,0	61,8	54,5	54,5	55,5	0	0	0	0	55,0
Oeste	54,3	57,4	53,9	54,0	54,8	0	0	0	0	54,3	
Vertical	54,8	57,7	54,2	54,5	55,2	0	0	0	0	54,8	

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

A continuación se presentan en la Tabla No. 5.108 y la Tabla No. 5.109 los resultados consolidados de ruido ambiental de los puntos de monitoreo (R1, R2,

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 484 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

R3 y R4), teniendo en cuenta que el valor que se compara con la norma es el nivel equivalente de la medición ajustado a las correcciones establecidas por el anexo 2 de la Resolución 627 de 2006³⁵³ (LAeq Corregido).

Tabla No. 5.108 Resultados consolidados de ruido ambiental, punto de monitoreo R1

Punto de medición	Fecha	Hora de medición	LAeq Corregido dB (A)	Lmax dB (A)	Lmin dB (A)	L90 dB (A)	Limite Res. 627 del 2006 dB (A)	Cumplimiento
R1	Diurno							
	10/07/2015 Día hábil	19:20 - 20:20	67,8	86,1	53,50	60,2	70	Cumple
	12/07/2015 Día no hábil	09:00 - 10:00	65,6	86,4	48,40	53,1	70	Cumple
	Nocturno							
	11/07/2015 Día hábil	04:50 - 05:50	69,7	92,6	45,8	51,6	55	No cumple
12/07/2015 Día no hábil	04:00 - 05:00	54,5	76,2	46,7	48,1	55	Cumple	

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

Tabla No. 5.109 Resultados consolidados de ruido ambiental, punto de monitoreo R2

Punto de medición	Fecha	Hora de medición	LAeq Corregido dB (A)	Lmax dB (A)	Lmin dB (A)	L90 dB (A)	Limite Res. 627 del 2006 dB (A)	Cumplimiento
R2	Diurno							
	10/07/2015 Día hábil	16:45 - 17:45	65,1	85,9	53,2	56,5	70	Cumple
	12/07/2015 Día no hábil	11:20 - 12:20	65,4	87,0	48,8	53,7	70	Cumple
Nocturno								

³⁵³ Ibíd

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 485 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

	11/07/2015 Día hábil	06:00 - 07:00	66,3	88,1	41,4	47,2	55	No cumple
	12/07/2015 Día no hábil	01:30 - 02:30	52,2	61,6	45,2	50,6	55	Cumple

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

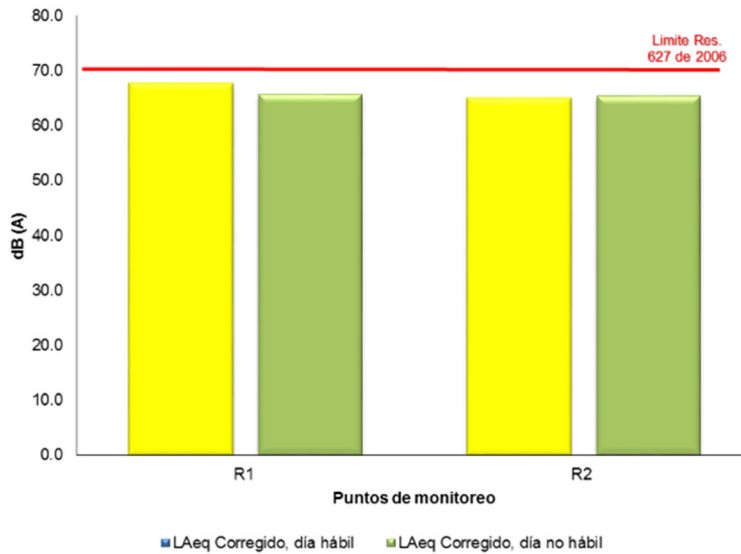


Figura No. 5.258

Ruido ambiental en jornada diurna, puntos de monitoreo R1 y R2

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

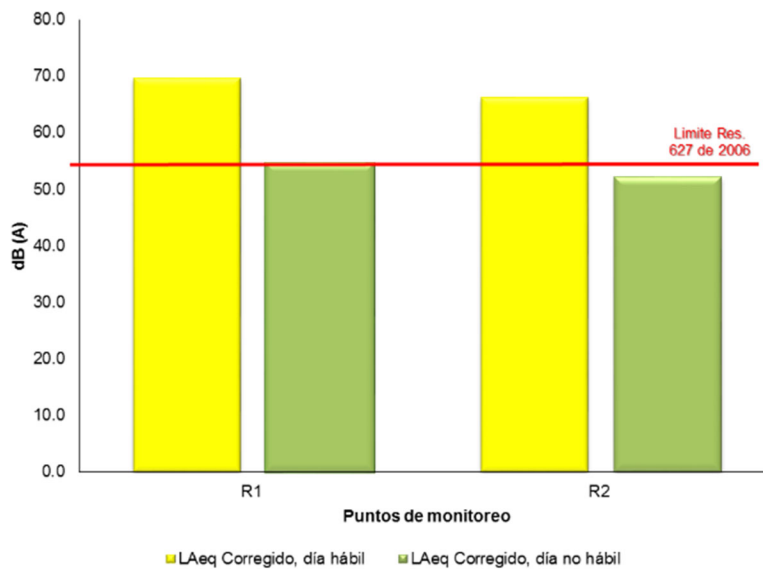


Figura No. 5.259

Ruido ambiental en jornada nocturna, puntos de monitoreo R1 y R2

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 486 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

Tabla No. 5.110 Resultados consolidados de ruido ambiental, punto de monitoreo R3

Punto de medición	Fecha	Hora de medición	LAeq Corregido dB (A)	Lmax dB (A)	Lmin dB (A)	L90 dB (A)	Limite Res. 627 del 2006 dB (A)	Cumplimiento
R3	Diurno							
	10/07/2015 Día hábil	18:02 - 19:02	68,7	77,9	43,8	64,0	65	No cumple
	12/07/2015 Día no hábil	10:15 - 11:15	79,0	91,0	52,3	64,2	65	No cumple
	Nocturno							
	10/07/2015 Día hábil	21:40 - 22:40	67,5	78,8	53,2	54,6	50	No cumple
12/07/2015 Día no hábil	02:45 - 03:45	53,3	59,2	51,2	52,7	50	No cumple	

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

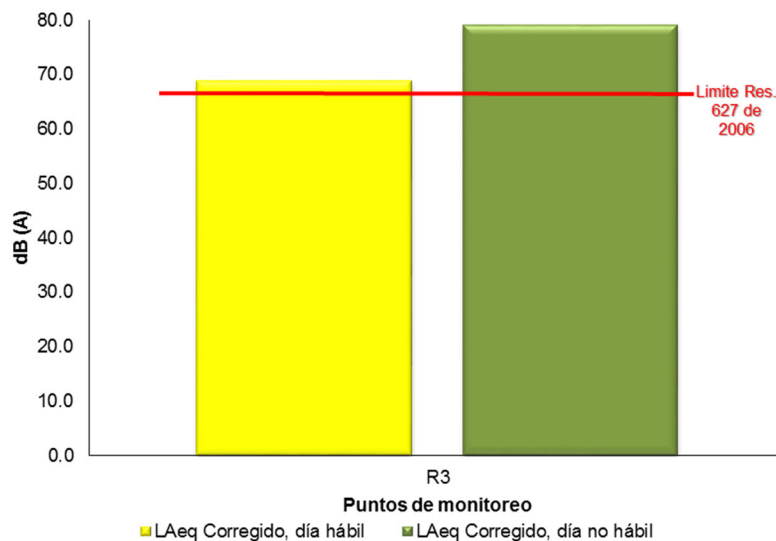


Figura No. 5.260 Ruido ambiental en jornada diurna, punto de monitoreo R3

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 487 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

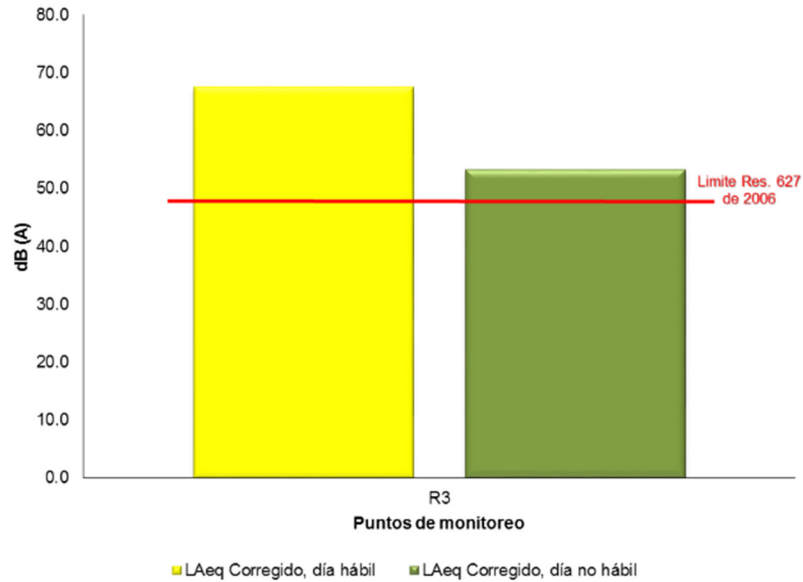


Figura No. 5.261

Ruido ambiental en jornada nocturna, punto de monitoreo R3

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

Tabla No. 5.111 Resultados consolidados de ruido ambiental, punto de monitoreo R4

Punto de medición	Fecha	Hora de medición	LAeq Corregido dB (A)	Lmax dB (A)	Lmin dB (A)	L90 dB (A)	Limite Resolución 627 del 2006 dB (A)	Cumplimiento
R4	Diurno							
	10/07/2015 Día hábil	15:15 - 16:15	49,9	63,9	47,5	49,6	55	Cumple
	12/07/2015 Día no hábil	12:40 - 13:40	44,0	61,7	38,4	41,9	55	Cumple
	Nocturno							
	11/07/2015 Día hábil	23:00 - 00:00	56,9	72,7	53,5	55,6	45	No cumple
12/07/2015 Día no hábil	00:05 - 01:05	54,8	61,8	53,9	54,4	45	No cumple	

Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 488 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

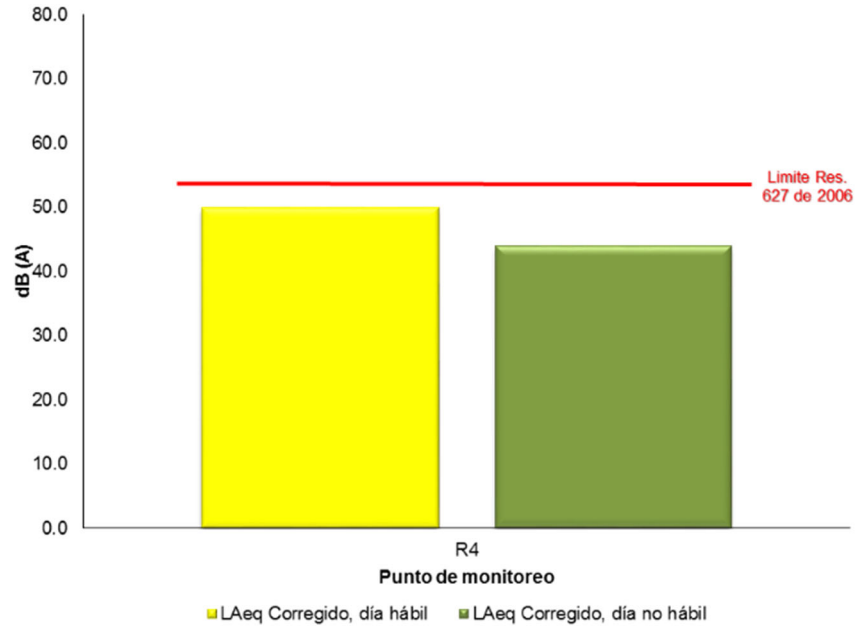


Figura No. 5.262

Ruido ambiental en jornada nocturna, punto de monitoreo R4
Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

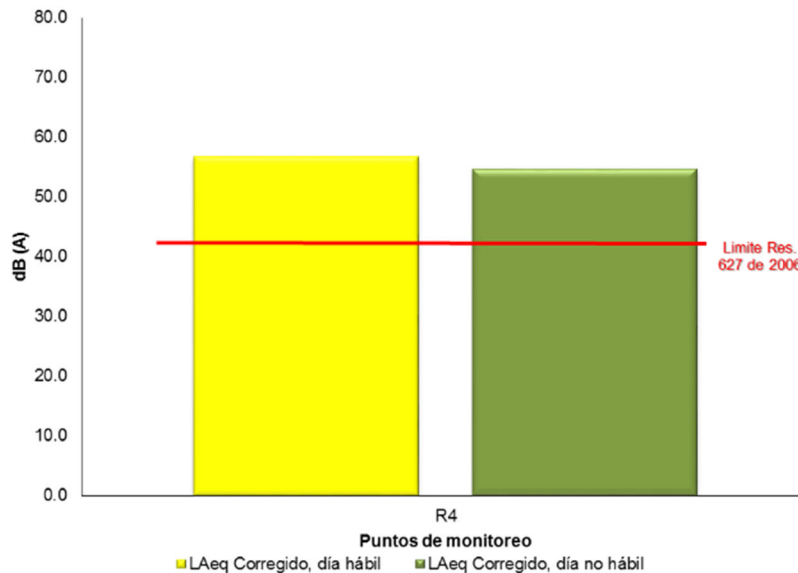




Figura No. 5.263

Ruido ambiental en jornada nocturna, punto de monitoreo R4
Fuente: SGS COLOMBIA S.A.S., Julio 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 489 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Los reportes de los muestreos sin procesamiento y la aplicación de los ajustes k en formato Excel se encuentran en el Anexo 5.1.4 Calidad de aire y ruido.

- Análisis de resultados

Puntos de monitoreo R1 y R2

- Los niveles de ruido ambiental determinados en horario diurno, en jornada hábil y no hábil, en los puntos R1 y R2, cumplen con lo establecido en la Resolución 627 de abril de 2006³⁵⁴ para el sector C, ruido intermedio restringido, subsector zonas con usos permitidos comerciales, debido a que no supera el nivel de ruido ambiental 70 dB(A).
- Los niveles de ruido ambiental de las mediciones realizadas en horario nocturno en jornada hábil y no hábil, en el punto R1 supera el límite de permisividad, mientras que el punto R2 cumple con lo establecido en la Resolución 627 del 2006³⁵⁵, para el Sector C, subsector zonas con usos permitidos comerciales reportando niveles sonoros superiores a 55 dB (A).
- Los resultados obtenidos en el punto de monitoreo R1, pudieron verse afectados por los ruidos emitidos por las fuentes móviles que transitan por vía Nueva Colonia al corregimiento Río Grande que comunica con la ruta nacional 62, colindante con el punto de monitoreo.
- En los puntos de monitoreo R1 y R2 se registró música procedente de las viviendas.


Punto de monitoreo R3

- Los niveles de ruido ambiental determinados en horario diurno, en jornada hábil y no hábil, en el punto R3, incumplen con lo establecido en la Resolución 627 de abril de 2006³⁵⁶ para el sector B, zona tranquilidad y ruido moderado, ya que los valores obtenidos para el nivel sonoro continuo equivalente, son superiores al límite máximo permisible de la norma, para ruido ambiental en este sector (65 dB (A)).

³⁵⁴ Ibid.

³⁵⁵ Ibid.

³⁵⁶ Ibid.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 490 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Los niveles de ruido ambiental de las mediciones realizadas en horario nocturno en jornada hábil y no hábil, en el punto R3 superan el límite de permisividad establecido en la Resolución 627 del 2006³⁵⁷, para el Sector B, reportando niveles sonoros superiores a 50 dB (A).
- El punto de monitoreo R3 en horario diurno jornada no hábil, pudo verse afectado por los ruidos procedentes de la iglesia cristiana ubicada a pocos metros del punto de monitoreo.

Punto de monitoreo R4

- Los niveles de ruido ambiental determinados en horario diurno, en jornada hábil y no hábil, en el punto R4 cumplen con lo establecido en la Resolución 627 de abril de 2006³⁵⁸ para el sector D. zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado.
- Los niveles de ruido ambiental de las mediciones realizadas en horario nocturno en jornada hábil y no hábil, en el punto R4 superan el límite de permisividad establecido en la Resolución 627 del 2006³⁵⁹, para el Sector D, reportando niveles sonoros superiores a 45 dB (A).
- El punto de monitoreo R4 presentó los menores niveles de ruido ambiental en horario diurno en jornada hábil y no hábil, asociándose esto con la ausencia de viviendas cerca del punto de monitoreo.

Para todos los puntos de monitoreo se percibieron sonidos naturales generados principalmente por aves e insectos.


- Modelación de predicción de niveles de presión sonora durante la operación del viaducto

Con el fin de evaluar la emisión de ruido en el medio ambiente generadas por la operación del viaducto para el tránsito de vehículos que acarrearan la carga tipo exportación e importación descargada en la Terminal en Tierra y Terminal en Agua de Puerto Bahía Colombia de Urabá S.A a hacia los patios y viceversa, se realizó una modelación de este escenario para identificar los niveles de aporte de presión sonora (decibeles ponderados A (dB(A))), el cual fue presentado y aprobado en el Giro ordinario de la actividad licenciada para la construcción de un viaducto como

³⁵⁷ Ibíd.

³⁵⁸ Ibíd.

³⁵⁹ Ibíd.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 491 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

conexión entre el muelle y la terminal portuaria mediante el radicado ANLA 2015008528-1-000 del 20 de febrero de 2015.

Para estimar la emisión de ruido antes mencionada, se utilizó el modelo CoRTN que fue desarrollado por Delany *et al.* 1976³⁶⁰, del Departamento de Medio Ambiente del Reino Unido. En este modelo se considera el valor por hora, cuenta con correcciones para la velocidad media, el porcentaje de vehículos pesados, la pendiente y características de la superficie de la carretera

❖ Consideraciones para el modelo

Tipo de Vehículos

Se utilizarán vehículos Kalmar TR626i / TR632i, equipo de terminal de alta resistencia, tienen una capacidad de hasta 50 toneladas capacidad de elevación y 320 toneladas VCG, ver Figura No. 5.264. Esto lo hace ideal para la industria pesada, pesada RoRo y trenes de remolque (ver Anexo 5.1.4 Calidad del aire y ruido).

Cuentan con un motor Volvo D13, motor que supera los requisitos de emisiones actuales y reduce las emisiones de NOx casi a cero.



³⁶⁰ DELANY, M.E., HARLAND, D.G., HOOD, R.A. and SCHOLLES, W.E. 'The prediction of noise levels L10 due to road traffic', Journal of Sound and Vibration, vol. 48 no. 3. 1976. 305-325 p.


	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 492 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Figura No. 5.264 Equipo Kalmar TR626i / TR632i Vehículo de transporte que transitara por el viaducto.
Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

El Kalmar TR626i / TR632i cuenta con una plataforma elevadora duradera, estable y potente con inclinación activa, que permite +/- 10 ° de inclinación lateral de la quinta rueda.

Esto permite al remolque o al cuello de cisne, seguir el terreno sin fuerzas de torsión en el chasis, asegurando mejor tracción equilibrada entre todas las ruedas. El conductor puede equilibrar un remolque con carga o carga desequilibrada que se ha movido durante el transporte. El conductor controla fácilmente la inclinación desde la cabina. Para bajar la pluma remolque / ascensor a una altura preestablecida, el conductor sólo tiene que tocar el joystick.

La línea de manejo completa, incluyendo el motor, eje y caja de cambios, se construyen para la máxima potencia y eficiencia.

El motor Volvo D13 cumple con las regulaciones de emisiones actuales (Etapa IIIB / Tier 4i) para reducir los efectos sobre el medio ambiente de las emisiones de escape de los motores diésel. El TR626i / TR632i también inyecta AdBlue, un reactivo químico benigno, en el gas de escape flúir y convierte los óxidos de nitrógeno (NOx) en nitrógeno y oxígeno.

El sistema de reducción catalítica selectiva (SCR) combina incremento de poder con menos emisiones. Las demandas de refrigeración para Motores SCR siguen siendo las mismas o incluso más bajas que antes. Además, la potencia de salida se maximiza. Esto se traduce en una reducción de costos e instalaciones simplificadas.



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 493 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B



Figura No. 5.265 Equipo Kalmar TR626i / TR632i Vehículo de transporte que transitará por el viaducto.

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

Motor Volvo D13

Los equipos Kalmar vienen equipados con un motor Volvo D13, los cuales cuentan con certificado de GEI 2014 (Gases de Efecto Invernadero), el más bajo consumo de combustible D13, que ahorra hasta un 3% en los costos de combustible.

El Volvo D13 es un motor de bajo consumo de combustible, muy potente y ligero, diseñado para cumplir con las regulaciones actuales y futuras de la EPA, al tiempo que mejora la fiabilidad y reduce los costos operativos.

Los motores D13 son totalmente compatibles con los requisitos de la EPA. Todos los contaminantes regulados se han reducido un 99% desde los niveles no tratados. Volvo cumple con estas demandas con fiabilidad y economía excepcional, en parte debido a que utiliza reducción catalítica selectiva para la máxima eficiencia.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 494 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El SCR adopta un concepto de regeneración pasiva que utiliza NOx, en lugar del combustible diésel para regenerar el hollín, lo que reduce aún más el costo de operación.

Límites Permisibles

Conforme a lo establecido en la línea base del Estudio de Impacto Ambiental realizado en el año 2009³⁶¹, el uso permisible en el área de interés del proyecto, corresponde al Sector C- Ruido Intermedio Restringido, Subsector “Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas”.

La Resolución 0627 de 2006³⁶² del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estableció en el Capítulo II, Art. 9, los Estándares Máximos Permisibles de Niveles de Emisión de Ruido expresados en decibeles ponderados A (dB(A)). Para el área de estudio, de acuerdo con su sector de correspondencia, se tienen los valores que se muestran en la Tabla No. 5.112.

Tabla No. 5.112 Estándar máximo permisible de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles dB(A)

SECTOR	SUBSECTOR	Estándares máximos permisibles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Día
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75



Fuente: Resolución 627 (abril, 07, 2006)³⁶³.

Niveles de Ruido en la zona de Estudio

³⁶¹ PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABA S.A. y ARAÚJO IBARRA & ASOCIADOS S.A., 2010. Op Cit

³⁶² COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 627 (abril, 07, 2006). Op Cit.

³⁶³ *Ibíd.*

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 495 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El 30 de noviembre de 2009, Air Clean System S.A. (ACS) llevó a cabo un monitoreo de ruido ambiental en jornada diurna y nocturna en el predio del proyecto (ver Tabla No. 5.113).

Tabla No. 5.113 Niveles promedio equivalentes de ruido ambiental

Punto	Nivel promedio equivalente (dB(A))	
	Diurno	Nocturno
1	54,5	47,3
2	47,6	53,7
3	52,6	49,8

Fuente: Air Clean System S.A, 2009

En las áreas aledañas donde se ubica el viaducto no se encuentran casas, ni poblaciones receptoras del ruido que se generarán por el tránsito vehicular.

El viaducto se construirá sobre una zona baja, inundable, cubierta con pastos altos, por lo que no se encuentran fuentes emisoras de ruido. El ruido encontrado en la zona corresponde al generado por el viento, el transcurrir del río León y áreas naturales.

❖ Resultados de la Modelación

Como resultado de la ejecución del cálculo de misión de ruido del tráfico vehicular, usando el algoritmo de cálculo CoRTN, se obtiene una predicción de los valores de ruido emitidos por la fuente modelada a las distancias con las que se alimentó el modelo.

En la Tabla No. 5.114 se muestran los resultados de obtenidos mediante la modelación y su respectiva comparación con los Límites permisibles de emisión de ruido para el territorio nacional, específicamente para el sector C Ruido Intermedio Restringido, Subsector “Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas”.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 496 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.114 Resultados de modelamiento de niveles de ruido esperados a diferentes distancias de Operación del Viaducto de Puerto Bahía Colombia de Urabá, comparada con límites permisibles

Distancia (m)	dB(A)	Limite Emisión de Ruido (día-noche) dB(A)	CUMPLIMIENTO Res 627/2006- 75 dB(A)
0	65,9	75	CUMPLE
10	64,2	75	CUMPLE
20	62,6	75	CUMPLE
50	58,7	75	CUMPLE
100	55,1	75	CUMPLE
200	51,4	75	CUMPLE
500	46,5	75	CUMPLE
1000	42,7	75	CUMPLE
1500	40,5	75	CUMPLE
2000	38,9	75	CUMPLE
2500	37,7	75	CUMPLE
3000	36,7	75	CUMPLE

Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

Los resultados muestran que la fuente modelada presenta un nivel de emisión de presión sonora de 65,9 dB(A), durante la fase operativa. De igual manera que este valor se va atenuando con la distancia y que los valores obtenidos se encuentran cumpliendo con los niveles establecidos en la normatividad colombiana.

Para graficar los resultados del modelo CoRTN se empleó la herramienta ArcGIS 10.1. Los Sistemas de Información Geográfica utilizan varios métodos para modelar el comportamiento de variables que cambian con la distancia.

Uno de los aspectos de mayor utilidad ha sido el estudio de la variabilidad espacial del ruido y la predicción de valores en puntos no muestreados a través del uso de las interpolaciones, funcionalidad está muy utilizada en conjunto con las metodologías de muestreo.

En particular, la interpolación con análisis geoestadístico se basa en la teoría de las variables regionalizadas y en su dependencia y autocorrelación, bajo un marco de variabilidad espacial³⁶⁴.

³⁶⁴ TRANGMAR, B.B., POST, R.S. y UEHARA, G. *Application of geostatistics to spatial studies of soil properties*. En: *Advances in Agronomy*. 1985. 38:45-94.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 497 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Los niveles de presión sonora se graficaron utilizando la interpolación Kriging en ArcGis, obteniendo las gráficas que se muestra en los archivos anexos mediante curvas isófonas (ver Figura No. 5.266 y Figura No. 5.267).

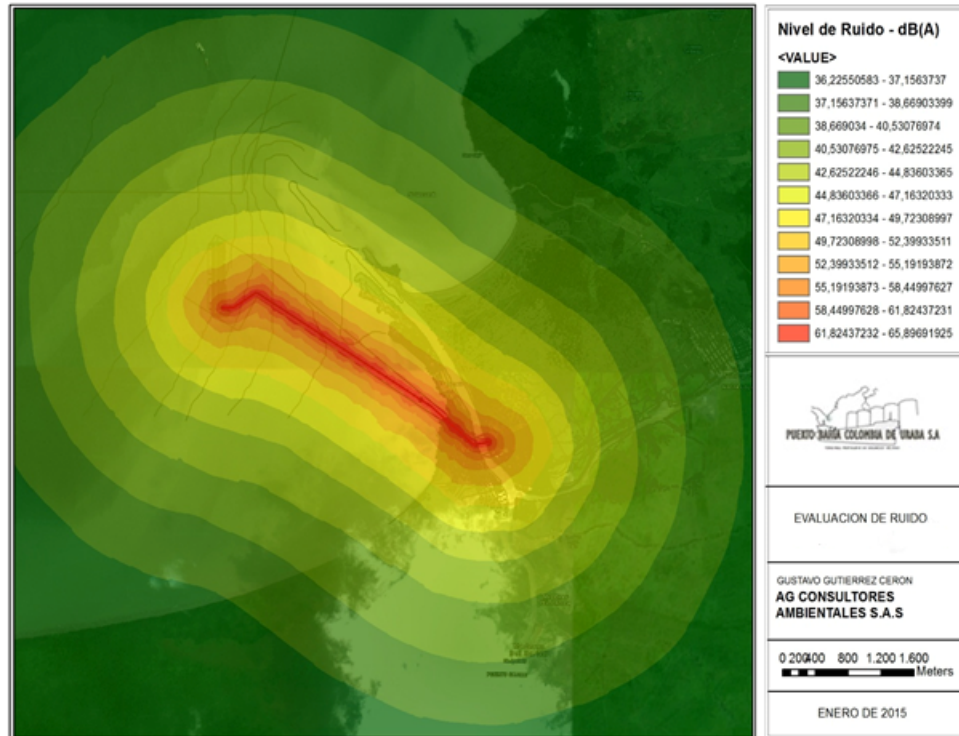


Figura No. 5.266 Niveles de presión sonora, estimadas para el tráfico vehicular del viaducto del proyecto de Puerto Bahía Colombia de Urabá.
Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

El valor obtenido en la fuente de emisión, es decir, en el viaducto (65,9 dB(A)), se atenúa con la distancia de manera uniforme, de manera que en la población más cercana, que es Nueva Colonia, se obtiene un nivel de 36,7 dB(A).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 498 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

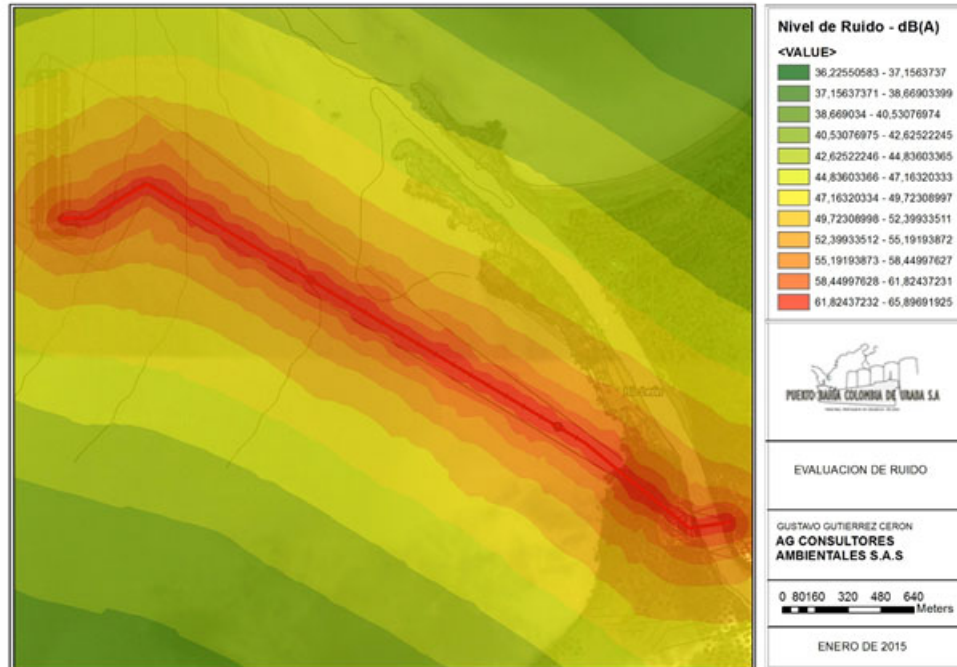




Figura No. 5.267 Detalle de Niveles de presión sonora, estimadas para el tráfico vehicular por el viaducto del proyecto Puerto Bahía Colombia de Urabá.
Fuente: AG Consultores Ambientales S.A.S., 2015

Para la modelación no se tuvieron en consideración barreras vivas o fachadas reflectantes, debido a la localización del proyecto en una zona aislada y donde la población más cercana se localiza a un par de kilómetros. Por esta razón, el resultado arroja una serie de isófonas paralelas a la fuente de emisión (tráfico del viaducto). Los valores de ruido (dB(A)) de cada isófona son los valores arrojados por el CoRTN.

❖ Conclusiones

En la predicción de los impactos acústicos para el tránsito vehicular en el viaducto del proyecto Puerto Bahía Colombia de Urabá, la emisión esperada para un flujo vehicular de 50 vehículos/hora es de 65,9 dB(A) en el borde del viaducto, sonido que se va atenuando con la distancia.

La zona inundable de pastos arbolados, vegetación secundaria alta y manglar denso alto por donde transcurre el trayecto del viaducto se afectaría por la emisión acústica en una franja paralela a la vía, de 200 m de ancho a los lados de la vía,

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 499 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

hasta donde se estiman valores entre 65,9 dB(A) en borde viaducto, hasta 51,4 dB(A) a 200 m de distancia.

En la zona no se encuentran sectores poblados receptores de los niveles de presión sonora. El sector de Nueva Colonia ubicado a cerca de 3 km de distancia, se estima un aporte por el tráfico vehicular de nivel de presión sonora residual de 36,7 dB(A).

Los niveles de emisión de ruido estimados en el estudio, se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos en la Resolución 627 de 2006³⁶⁵ del MAVDT hoy MADS, tanto para la jornada diurna como nocturna, que se estipula en 75 dB(A), para el Sector C- Ruido Intermedio Restringido, Subsector “Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas”. Esto dado que el valor máximo obtenido en la modelación es de 65,9 dB(A) en el punto de emisión.

Para el sector de Nueva Colonia, que es el centro poblado más cercano, se estima un aporte inferior a los 40 dB(A), valor que se encuentra por debajo de los límites permisibles de emisión de ruido para zonas residenciales establecidos en la normatividad de 65 dB(A) en el día y 50 dB(A) en la noche.

- Modelo de predicción de niveles de presión sonora

La modelación tiene como fin predecir el impacto acústico de las actividades de operación de tramos vehiculares entre el corregimiento Nueva Colonia y el proyecto del Terminal Portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá; a partir del estudio de tránsito realizado para el mismo, por medio del software de predicción acústica CadnaA V4.5; bajo la Normativa Francesa “NMPB Routes 96” y teniendo en cuenta dos (2) escenarios individuales.

❖ Escenarios a modelar

Escenario I

Operación de vías existentes, “Nueva Colonia - Predio Puerto Bahía Colombia De Urabá”. Este escenario posee un tramo que viene desde la parte nor-occidental del casco urbano de Nueva Colombia, bordeando el corregimiento, y llegando hasta el predio donde estará ubicado el proyecto de Puerto Bahía Colombia De

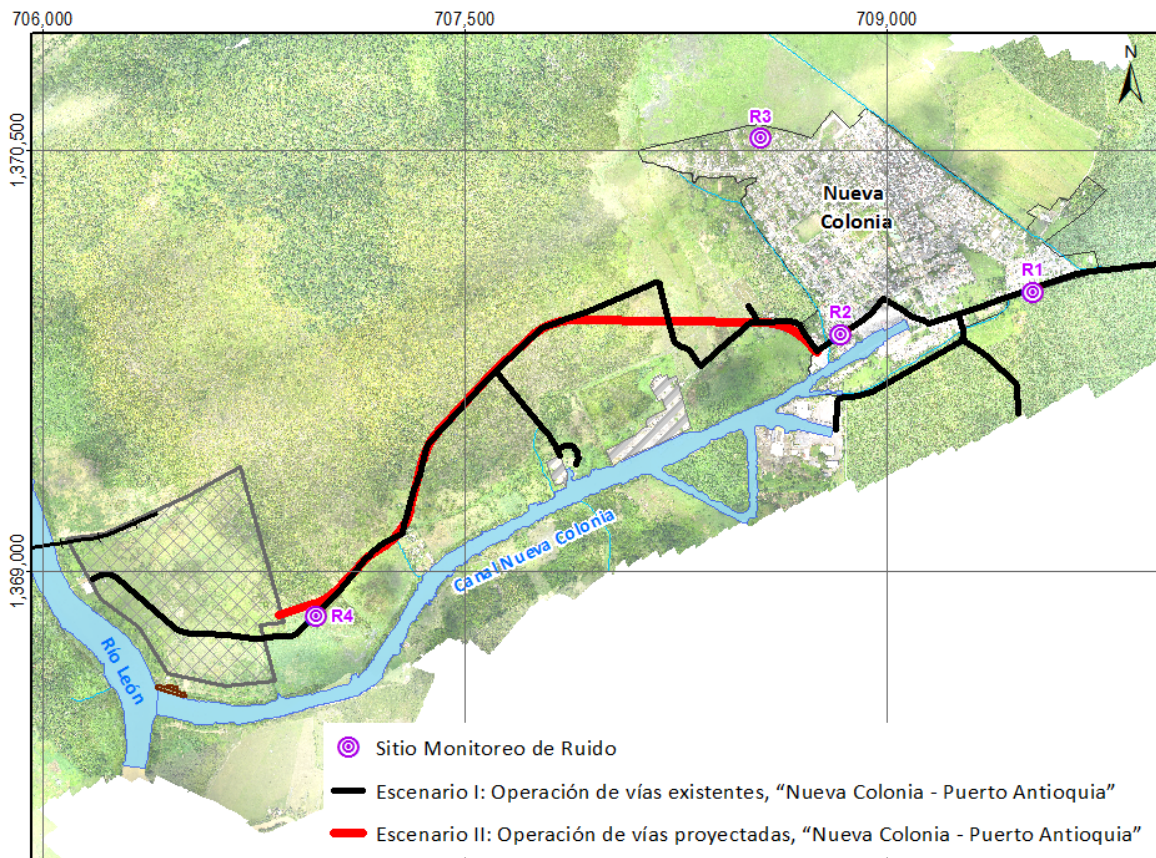
³⁶⁵ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 627 (abril, 07, 2006). Op Cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 500 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Urabá. Esta vía presenta varias bifurcaciones hacia plantaciones y bodegas de plátano que generaran una reducción del flujo vehicular a medida que se avanza hacia el predio, sin embargo no serán tenidas en cuenta dentro de la modelación.

Escenario II

Operación de vías proyectadas, “Nueva Colonia - Puerto Bahía Colombia De Urabá”. Esta vía presenta un recorrido ligeramente distinto a la vía existente (escenario I), pero en la misma dirección hacia el predio del proyecto Puerto Antioquia. Ver Figura No. 5.268.



❖ Identificación de fuentes sonoras

Escenario I

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 501 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

El flujo vehicular de los tramos de este escenario se extrajo del tráfico vehicular procedente de la vía “Rio Grande - Nueva Colonia” del Estudio de Tránsito³⁶⁶. Para el año 2015, existe un total de 1912 vehículos/día, transitando por el tramo “Rio Grande-Nueva Colonia”, de los cuales 268 son vehículos livianos y 1644 corresponden a vehículos pesados (buses y camiones); esto equivale a un 86% de vehículos pesados y 14% de vehículos ligeros.

Tabla No. 5.115 Aforo vehicular entre Río Grande – Nueva Colonia

TRAMO RIO GRANDE - NUEVA COLONIA												
AÑO	LIVIANOS		BUSES		CAMIONES						TOTAL CAMIONES	TOTAL TPDS
	TASA	V24H	TASA	V24H	TASA	V24H C2P	V24H C2G	V24H C3	V24H C5	V24H >C5		
2014		259		609		289	73	3	8	604	977	1845
2015	3,37%	268	4,77%	638	3,10%	298	75	3	8	622	1006	1912
2016	3,26%	277	4,66%	668	2,91%	307	77	3	8	640	1035	1980
2017	3,15%	286	4,45%	698	2,92%	316	79	3	8	659	1065	2049
2018	3,02%	295	4,17%	727	2,84%	325	81	3	8	678	1095	2117
2019	2,97%	304	4,09%	757	2,76%	380	254	250	319	1805	3008	4069
2020	2,88%	313	3,93%	787	2,69%	390	261	258	331	1868	3107	4207
2021	2,80%	322	3,70%	816	2,53%	400	268	265	340	1918	3192	4330
2022	2,72%	331	3,65%	846	2,55%	411	276	273	350	1970	3280	4457
2023	2,65%	340	3,52%	876	2,49%	421	284	281	359	2024	3369	4585
2024	2,58%	349	3,32%	905	2,43%	432	291	290	369	2078	3460	4714
2025	2,52%	358	3,29%	935	2,37%	443	299	298	379	2133	3552	4845
2026	2,43%	367	3,18%	965	2,32%	453	307	307	390	2190	3647	4979
2027	2,40%	376	3,02%	994	2,19%	464	316	316	401	2246	3742	5112
2028	2,34%	385	2,99%	1024	2,21%	475	324	326	412	2305	3841	5250
2029	2,29%	394	2,91%	1054	2,17%	485	333	335	424	2364	3941	5389
2030	2,24%	403	2,76%	1083	2,12%	496	342	345	435	2425	4044	5530
2031	2,19%	412	2,75%	1113	2,08%	507	351	355	448	2490	4151	5676
2032	2,14%	421	2,68%	1143	1,97%	518	360	366	461	2555	4260	5824
2033	2,07%	430	2,55%	1172	1,99%	529	370	377	475	2622	4373	5975
2034	2,05%	439	2,54%	1202	1,96%	540	379	388	489	2691	4488	6129
2035	2,01%	448	2,42%	1231	1,92%	551	389	400	503	2761	4605	6284
2036	1,97%	457	2,42%	1261	1,88%	562	400	412	518	2833	4725	6443
2037	1,94%	466	2,36%	1291	1,79%	574	410	424	534	2906	4847	6604
2038	1,90%	475	2,26%	1320	1,81%	585	421	436	549	2981	4973	6768
2039	1,86%	484	2,26%	1350	1,78%	596	432	449	566	3058	5101	6935
2040	1,81%	493	2,21%	1380	1,75%	608	443	463	582	3136	5233	7106

Fuente: Estudio de Tránsito, 2015³⁶⁷

En este escenario se toma como un 100% la totalidad de vehículos que arriban desde Rio Grande, de los cuales 30% tomará la vía que se dirige hacia el sur-este del casco urbano y 30% la vía hacia el sur-este. El 40% restante continuará

366 PIO SAS y GRUPO VIAL. Ingeniería básica y de detalle, compras y suministro de materiales, construcción, montaje y puesta en operación de las obras requeridas para la fase 1 del Terminal Portuario Puerto Antioquia ubicado en la desembocadura del Río León, en el Golfo de Urabá - Estudio de Tránsito, Departamento de Antioquia. Cali, 2015. 203 p.

367 Ibid

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 502 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

en dirección oeste del casco urbano de Nueva Colonia y aproximadamente a 1,5 km en dirección oeste se presenta una nueva división en el tramo, de los cuales el 30% del flujo vehicular se dirigirá hacia el sur y finalmente solo un 10% continuará hacia la zona del predio del proyecto como se muestra en la Figura No. 5.269

Cabe anotar, que solo se tuvieron en cuenta dentro del cálculo de la modelación las vías que se van directamente desde Nueva Colonia hacia el predio (resaltado en color azul, Figura No. 5.269).

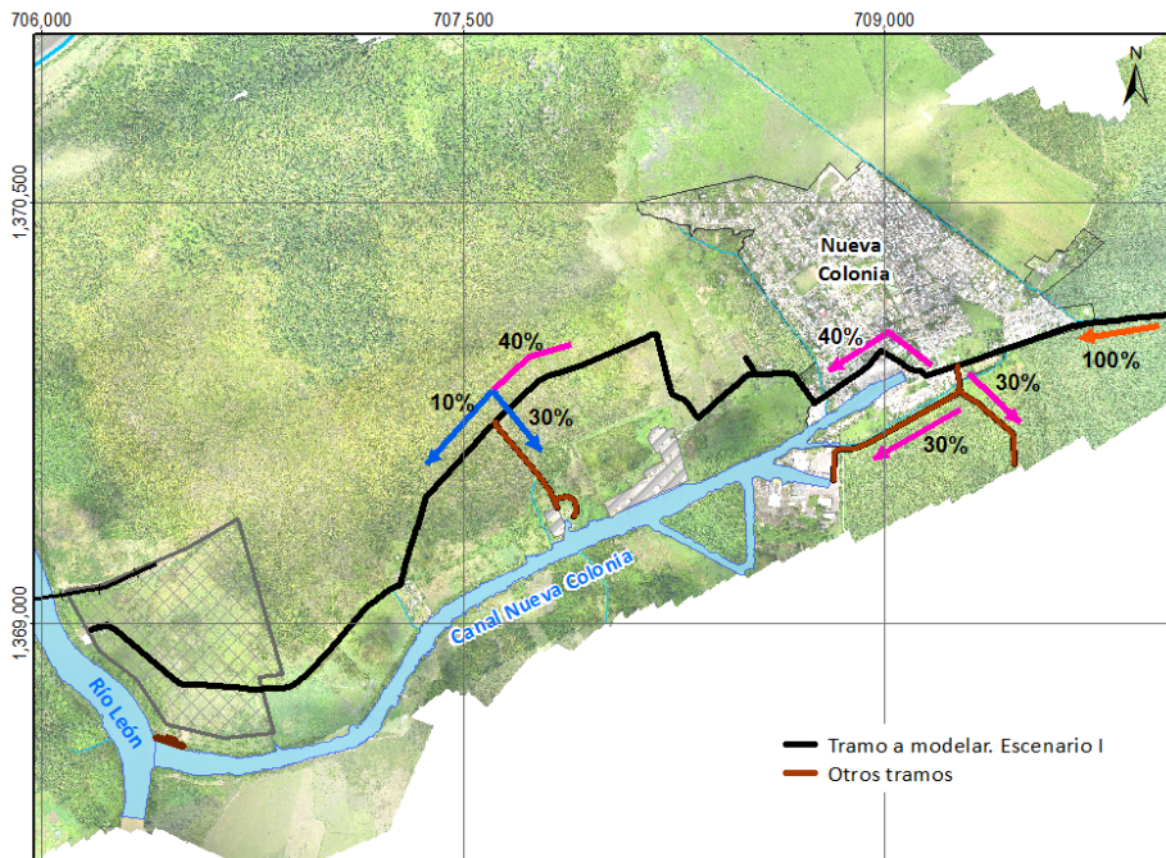



Figura No. 5.269 Bifurcación vehicular en el escenario I
Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 503 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Escenario II

Para este escenario se modelará la vía proyectada que conectará el proyecto de Puerto Bahía Colombia De Urabá con el municipio de Nueva Colonia, la cual tiene una longitud de 2.46 km.

Con el fin de simular un entorno acústico que se pueda considerar como un escenario crítico, y que a la vez pueda ser comprobado en un mediano plazo a través de mediciones de ruido, se elige la información de tránsito correspondiente al año 2025, debido a que el proyecto estará en funcionamiento total para tal año y tendrá un flujo de tráfico considerablemente alto.

El año 2025, según el estudio de tránsito el tramo proyectado presenta un flujo vehicular de 10.933 vehículos/día, que transitarán desde Nueva Colonia hacia Puerto Bahía Colombia De Urabá, 4.365 serán vehículos livianos y 6.568 corresponderán a vehículos pesados (buses y camiones); esto equivale a un 60% de vehículos pesados y 40% de vehículos ligeros, ver Tabla No. 5.116.

Para el año 2025 el tramo proyectado según el estudio de tránsito³⁶⁸, presentará un flujo vehicular de 10.933 vehículos/día, que transitarán desde Nueva Colonia hacia Puerto Bahía Colombia De Urabá, de los cuales aproximadamente el 60% corresponden a vehículos pesados (buses y camiones) y el 40% restante a vehículos livianos, ver tabla Figura No. 5.269

368 Ibíd



	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 504 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Tabla No. 5.116 Predicción de flujo vehicular Nueva Colonia - Puerto Bahía Colombia De Urabá

TRAMO NUEVA COLONIA - PUERTO ANTIOQUIA									
AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES					TOTAL CAMIONES	TOTAL TPDS
	V24H	V24H	V24H C2P	V24H C2G	V24H C3	V24H C5	V24H >C5		
2014									
2015									
2016									
2017									
2018									
2019	3655	2750	112	420	607	389	1221	2750	9154
2020	3784	2847	116	433	625	404	1270	2847	9477
2021	3894	2929	119	446	644	415	1305	2929	9752
2022	4006	3014	123	459	663	427	1342	3014	10034
2023	4122	3101	126	473	683	439	1380	3101	10325
2024	4242	3191	130	487	704	452	1419	3191	10624
2025	4365	3284	134	502	725	464	1459	3284	10932
2026	4492	3379	138	517	747	478	1500	3379	11250
2027	4622	3477	142	532	769	491	1542	3477	11576
2028	4756	3578	146	548	792	506	1586	3578	11912
2029	4894	3682	151	565	816	520	1631	3682	12258
2030	5037	3789	155	582	840	535	1677	3789	12615
2031	5188	3903	160	599	866	551	1727	3903	12993
2032	5343	4020	165	617	891	568	1779	4020	13383
2033	5504	4140	170	635	918	585	1833	4140	13784
2034	5669	4265	175	654	946	602	1888	4265	14198
2035	5839	4393	180	674	974	620	1944	4393	14624
2036	6014	4524	185	694	1003	639	2002	4524	15063
2037	6194	4660	191	715	1033	658	2063	4660	15515
2038	6380	4800	197	737	1064	678	2124	4800	15980
2039	6572	4944	203	759	1096	698	2188	4944	16459
2040	6769	5092	209	782	1129	719	2254	5092	16953


Fuente: Estudio de Tránsito, 2015³⁶⁹

❖ Datos a importar para el modelo de predicción

- Rosa de los vientos: Se configura la rosa de los vientos dentro de CadnaA con información los datos estadísticos del año 2014-2030, debido a que la dirección del viento tiende a cambiar la forma en la que el sonido es propagado vía aérea.

369 Ibíd

370 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia – IDEAM. Bogotá, 2014.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 505 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

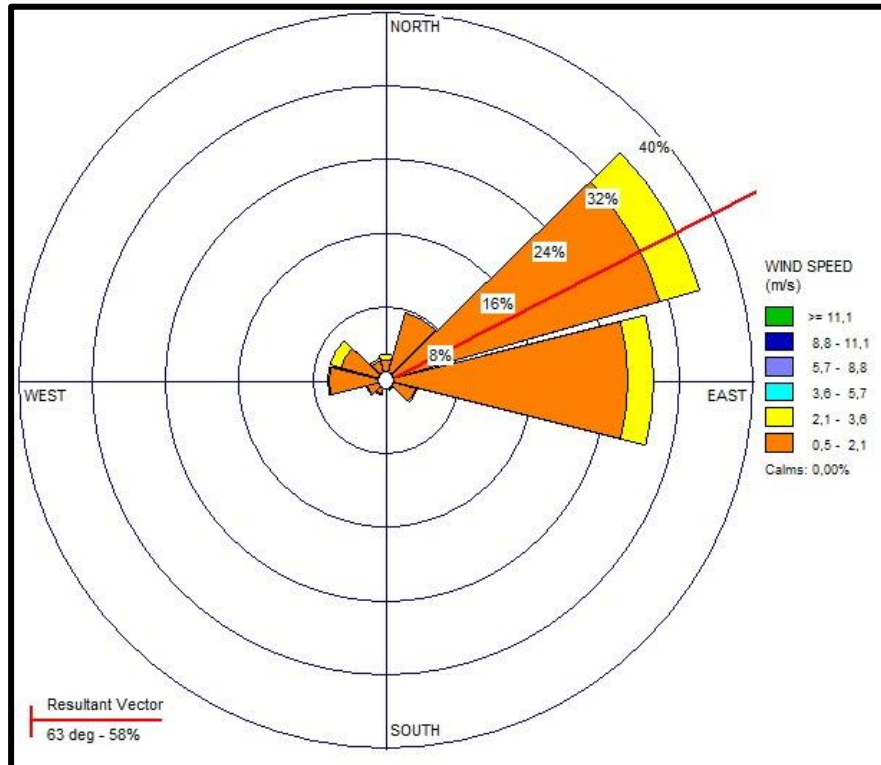


Figura No. 5.270 Rosa de los vientos
Fuente: Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015

- Promedio humedad relativa: 83 %
- Promedio temperatura: 27°C
- Las curvas de nivel se importan en formato *shape* y son un factor relevante en la modelación debido a que la variación de sus niveles influye en la dispersión y difracción de las ondas sonoras, fenómenos que son determinantes en el cálculo de los niveles sonoros.

Se procede a verificar las propiedades topográficas de los shapes de las curvas de nivel realizando un modelado en 3D a través de CadnaA, así mismo, se ubican las viviendas circundantes al área del proyecto y se les asigna una altura determinada, con el fin de simular los efectos de apantallamiento sonoro que se crea a causa de las fachadas de las mismas. Por último se importa una imagen satelital del área como herramienta de reconocimiento de los alrededores y las áreas sensibles del proyecto.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 506 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Se ingresa la información de aforo vehicular y porcentaje de vehículos pesados de cada escenario según la Tabla No. 5.115 y la Tabla No. 5.116, las cuales se consolidan en la Tabla No. 5.117.
- Se crean los cuatro (4) receptores en los que se hizo monitoreo de ruido ambiental, con el fin de comparar los resultados en tales puntos.

Tabla No. 5.117 Clasificación de tramos, escenarios I y II.

Escenario (año)	Descripción Tramo	Conteo (Q)		Vehículos Pesados (%)		Máxima Velocidad		Resultado PWL (Law')		Longitud Tramo (m)	
		Total Veh/día	Vehículo/Hora		Día	Noche	Ligero (km/h)	Pesado (km/h)	Día (dBA)		Noche (dBA)
			Día	Noche							
I (2015)	Entrada Nueva Colonia (100% del tráfico)	1912	80.0	80.0	86.0	86.0	100	100	84.3	84.3	499
I (2015)	Tramo al occidente de Nueva Colonia (40% del tráfico)	765	32.0	32.0	86.0	86.0	100	100	80.3	80.3	2148
I (2015)	Último tramo hacia el predio del proyecto (10% del tráfico)	192	8.0	8.0	86.0	86.0	100	100	74.3	74.3	2011
II (2025)	Nueva Colonia - Puerto Antioquia	10933	455.0	455.0	60.0	60.0	100	100	90.5	90.5	2461



Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015

❖ Análisis de resultados

Los resultados arrojados por el modelo de predicción acústica *CadnaA* son plasmados en mapas de ruido que representan el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Ponderado A ($L_{eq}(A)$) dentro de una grilla previamente configurada, con puntos receptores separados por 10m entre sí. Dichos niveles de presión sonora son representados por colores que dividen lo mismos en rangos de 5 y 1 dB(A) dependiendo del formato en que sean expuestos.

Escenario I

- La Figura No. 5.271 representa la predicción de niveles de presión sonora dB(A), dentro del área de interés del terminal portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá, para el Escenario I, generada por el software de

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 507 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

predicción acústica CadnaA, en formato de colores “*Raster*” y que provee una idea general de los niveles generados por las actividades de operación de las vías.

- La Figura No. 5.272 incorpora la predicción de niveles de presión sonora dB(A), dentro del área de interés del terminal portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá, para el escenario I, generada por el software de predicción acústica CadnaA, en áreas de igual nivel sonoro y expone las áreas de influencia directa ($Leq > 50$ dB) e indirecta ($Leq > 30$ dB) de las actividades de la operación, identificando viviendas de la zona y otros puntos de interés dentro del casco urbano de Nueva Colonia.
- La Figura No. 5.273 expone los niveles de presión sonora expresados en dB(A) dentro del área de interés del proyecto terminal portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá, para el Escenario I, con una subdivisión de colores degradados en el rango de 1dB. Así mismo se superpone con una orto-fotografía de la zona con el fin de tener referencias reales de la misma y el área de influencia.
 - La Figura No. 5.274 y Figura No. 5.275 expone los niveles de presión sonora expresados en dB(A) para el horario diurno y nocturno dentro del área de interés del proyecto terminal portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá, para el Escenario I, en formato de líneas de igual nivel sonoro o líneas isófonas. Se superpone con una orto-fotografía de la zona extraída de Google Earth. Ver mapas MOD_LA_PTO_ANT_29_RuidoE1_D y MOD_LA_PTO_ANT_30_RuidoE1_N.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 508 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>

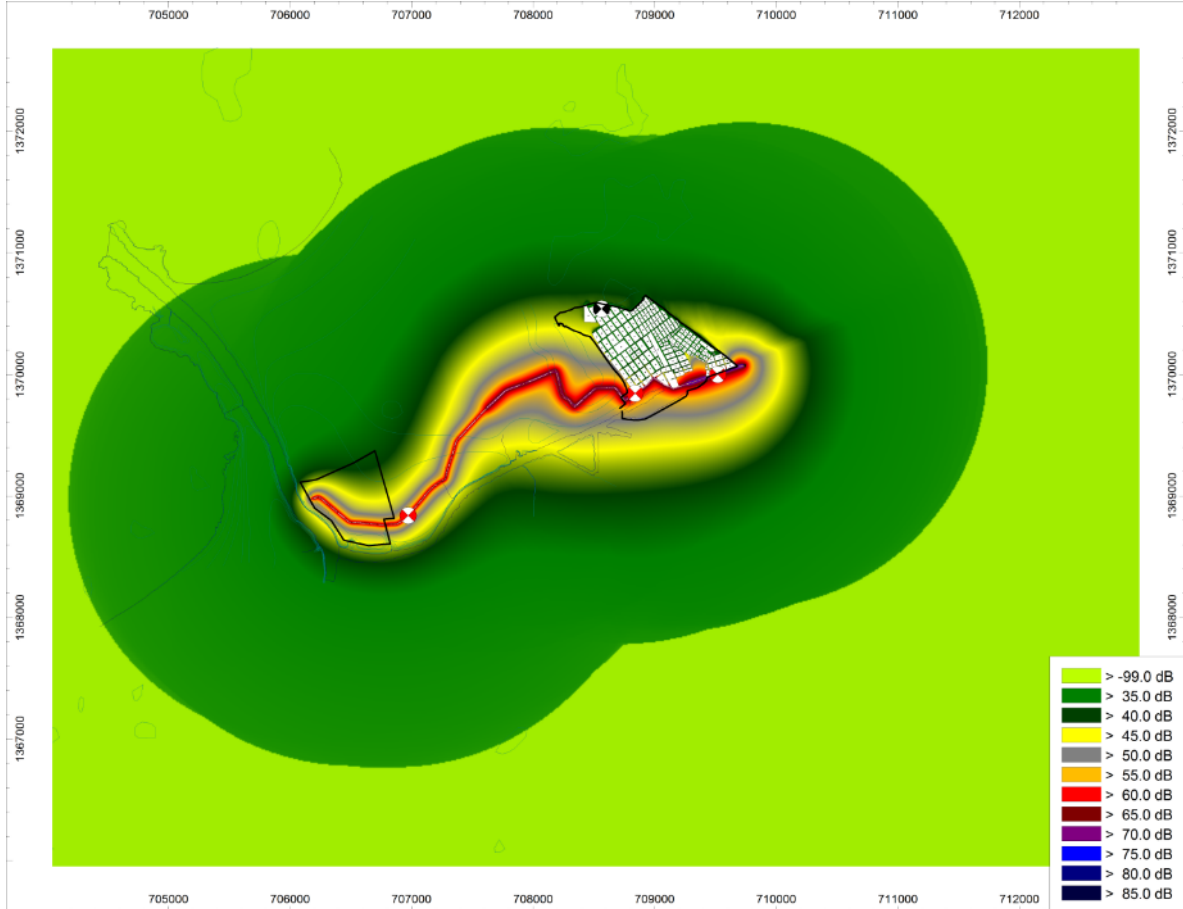


Figura No. 5.271 Mapa de Ruido Generado por CadnaA – Formato Raster. Escenario I. CadnaA.

Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015 con el Software CadnaA, 2015

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 509 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

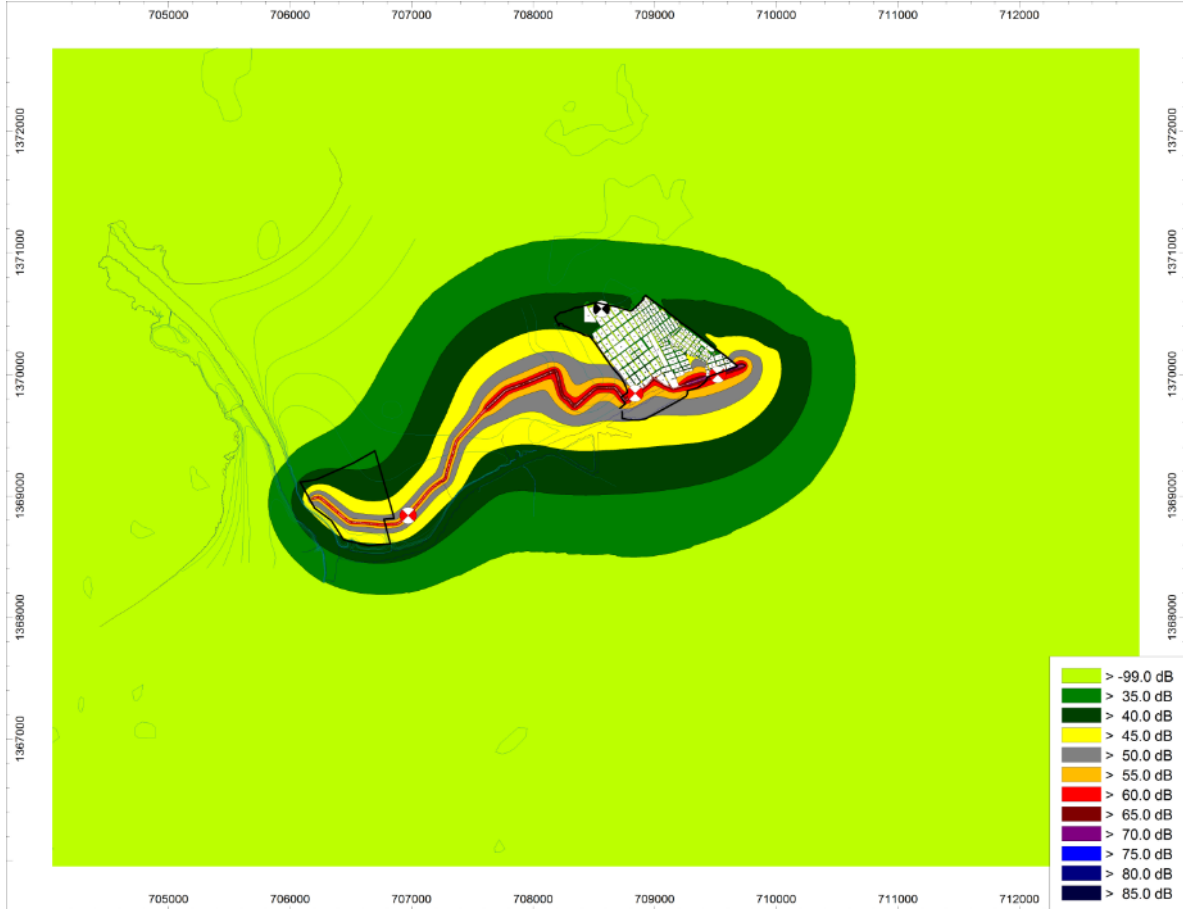


Figura No. 5.272 Mapa de Ruido en Áreas de Ruido Generado por CadnaA. Escenario I, CadnaA

Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015 con el Software CadnaA, 2015

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 510 de 534</p>
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión: B</p>

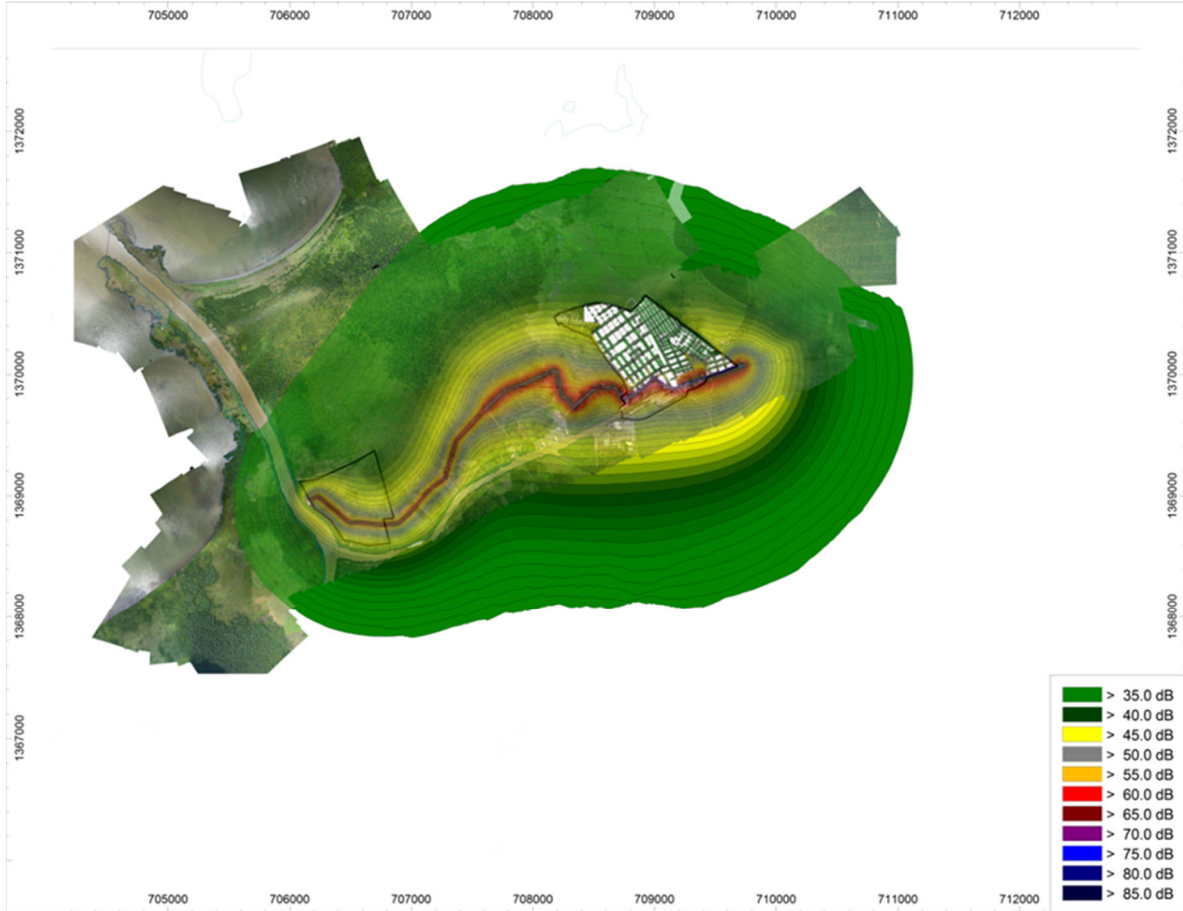


Figura No. 5.273 Mapa de Ruido en Formato "Áreas de Igual Nivel Sonoro Separación: 1 dB". Escenario I. CadnaA.

Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015 con el Software CadnaA, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 511 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

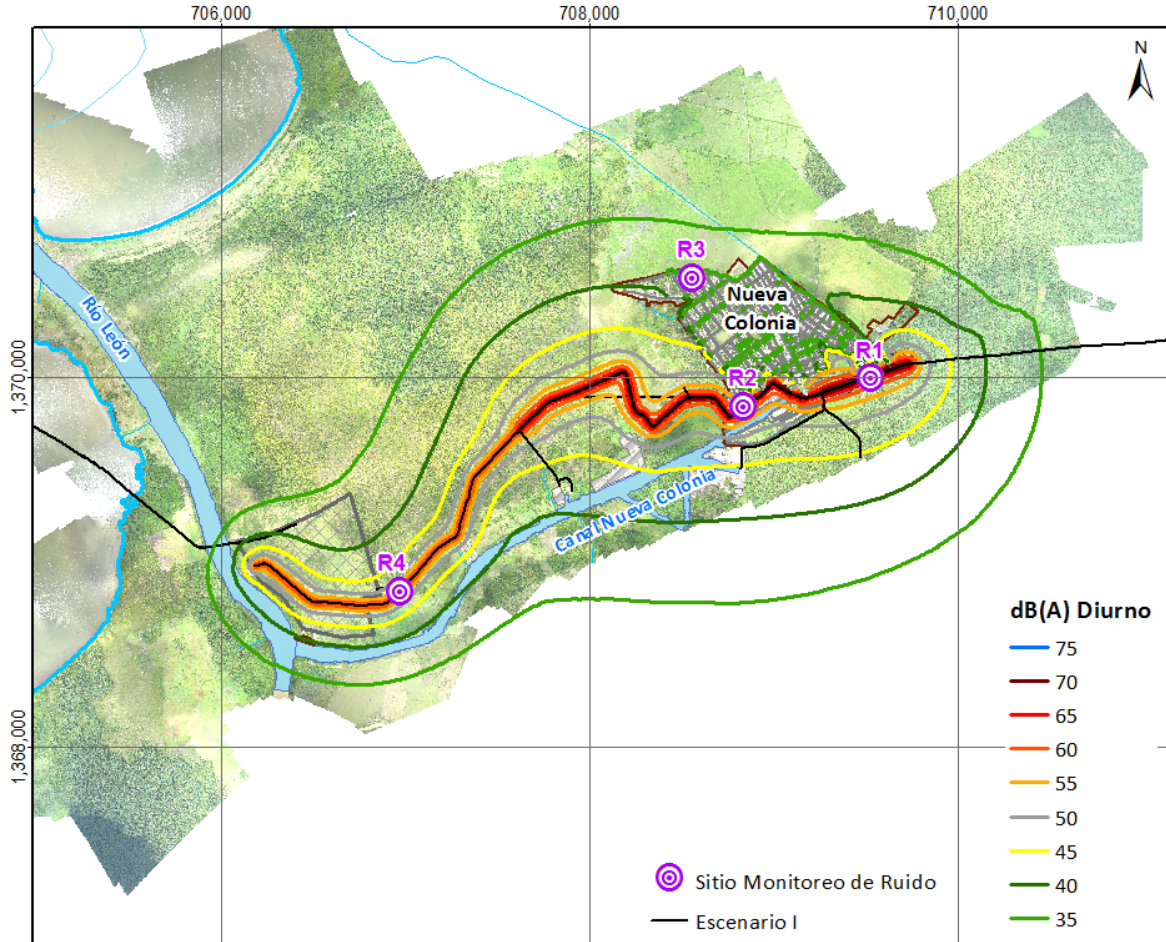


Figura No. 5.274 Mapa de Ruido en Formato "Líneas de Igual Nivel Sonoro Separación". Escenario I. Horario Diurno. CadnaA.

Fuente: CadnaA, 2015 modificado por Aqua & Terra Consultores Asociados., 2015..

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 512 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

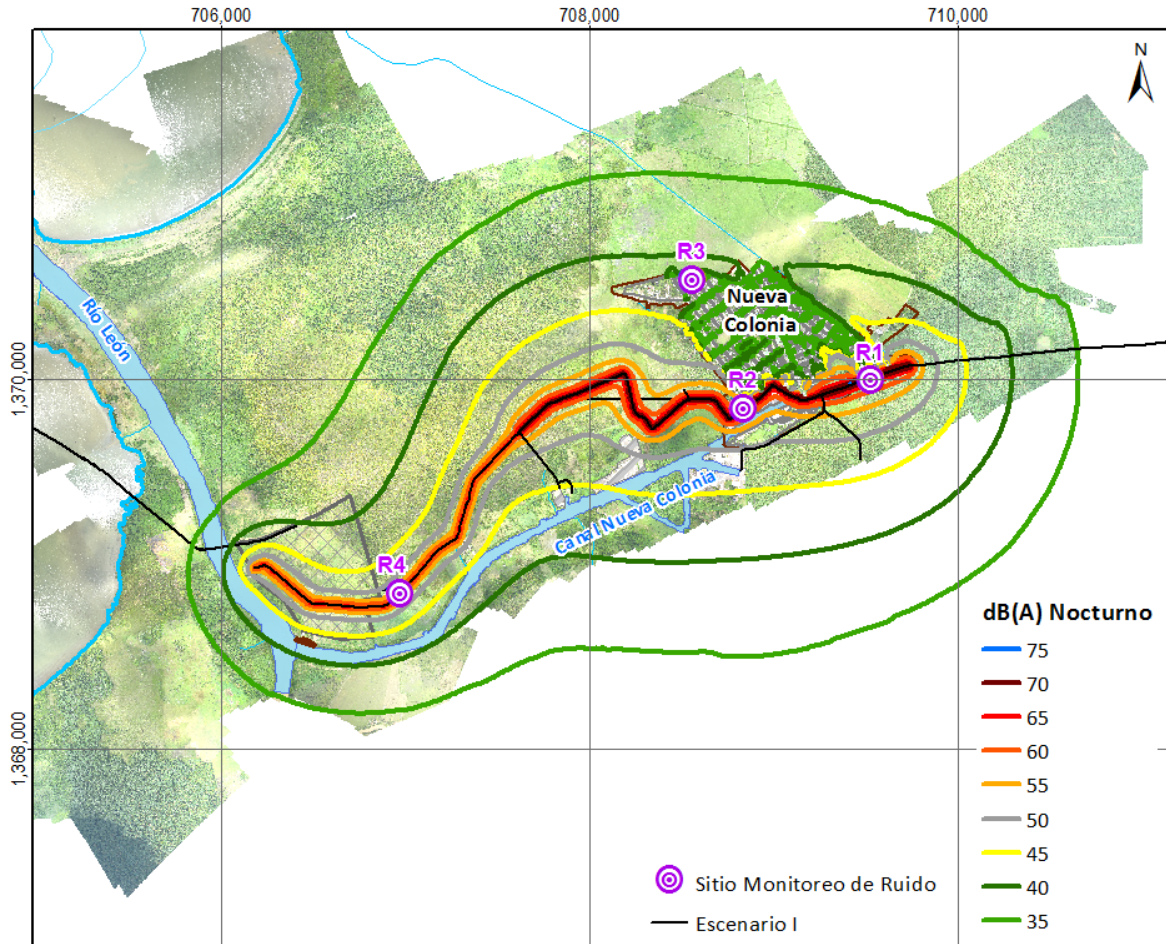


Figura No. 5.275 Mapa de Ruido en Formato "Líneas de Igual Nivel Sonoro Separación". Escenario I. Horario Nocturno. CadnaA.

Fuente: CadnaA, 2015 modificado por Aqua & Terra Consultores Asociados., 2015.

Escenario II

- La Figura No. 5.276 representa la predicción de Niveles de Presión Sonora dB(A), dentro del área de interés del Terminal Portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá, para el Escenario II, generada por el software de predicción acústica CadnaA, en formato de colores "Raster" y que provee una idea general de los niveles causados por las actividades de Operación.
- La Figura No. 5.277 incorpora la predicción de Niveles de Presión Sonora dB(A), dentro del área de interés del Terminal Portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá, para el Escenario II, generada por el software de

 <p>PUERTO BAHÍA COLOMBIA DE URABÁ S.A. TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS</p>	<p>MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>	 <p>aqua & terra</p>	
	<p>CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p>Página 513 de 534</p>	
	<p>GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p>B</p>

predicción acústica CadnaA, en Áreas de Igual Nivel Sonoro y expone las áreas de influencia directa ($Leq > 50$ dB) e indirecta ($Leq > 30$ dB) de las actividades de la Operación, identificando viviendas de la zona y otros puntos de interés dentro del casco urbano de Nueva Colonia.

- La Figura No. 5.278 expone los Niveles de Presión Sonora expresados en dB(A) dentro del área de interés del proyecto Terminal Portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá, para el Escenario II, con una subdivisión de colores degradados en el rango de 1dB. Así mismo se superpone con una orto-fotografía de la zona con el fin de tener referencias reales de la misma y el área de influencia.
 - La Figura No. 5.279 y Figura No. 5.280 expone los Niveles de Presión Sonora expresados en dB(A) en horarios diurnos y nocturnos dentro del área de interés del proyecto Terminal Portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá, para el Escenario II, en formato de Líneas de Igual Nivel Sonoro o Líneas Isófonas. Se superpone con una orto-fotografía de la zona extraída de Google Earth. Ver mapas MOD_LA_PTO_ANT_31_RuidoE2_D y MOD_LA_PTO_ANT_32_RuidoE2_N.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 514 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

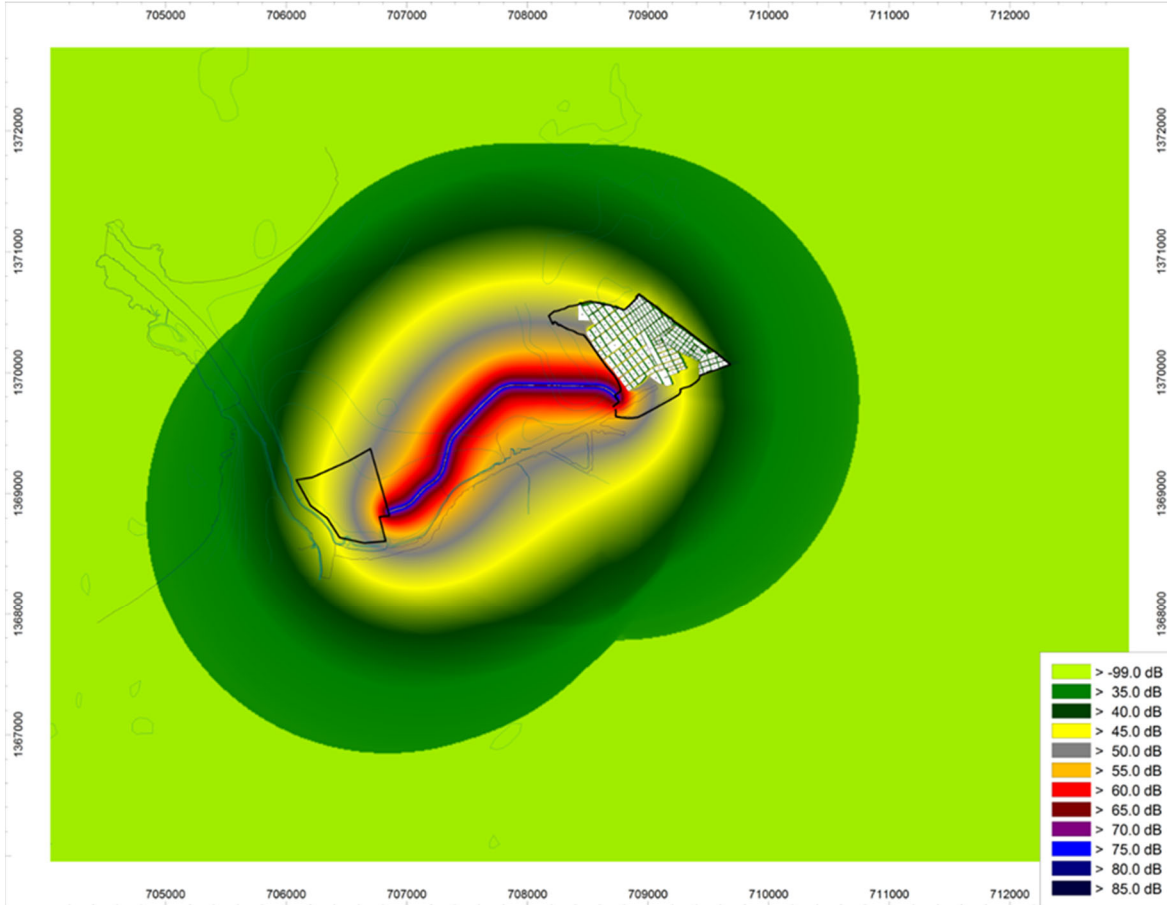


Figura No. 5.276 Mapa de Ruido Generado por CadnaA – Formato Raster. Escenario II. CadnaA.

Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015 con el Software CadnaA, 2015

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="right">Página 515 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="right">B</p>

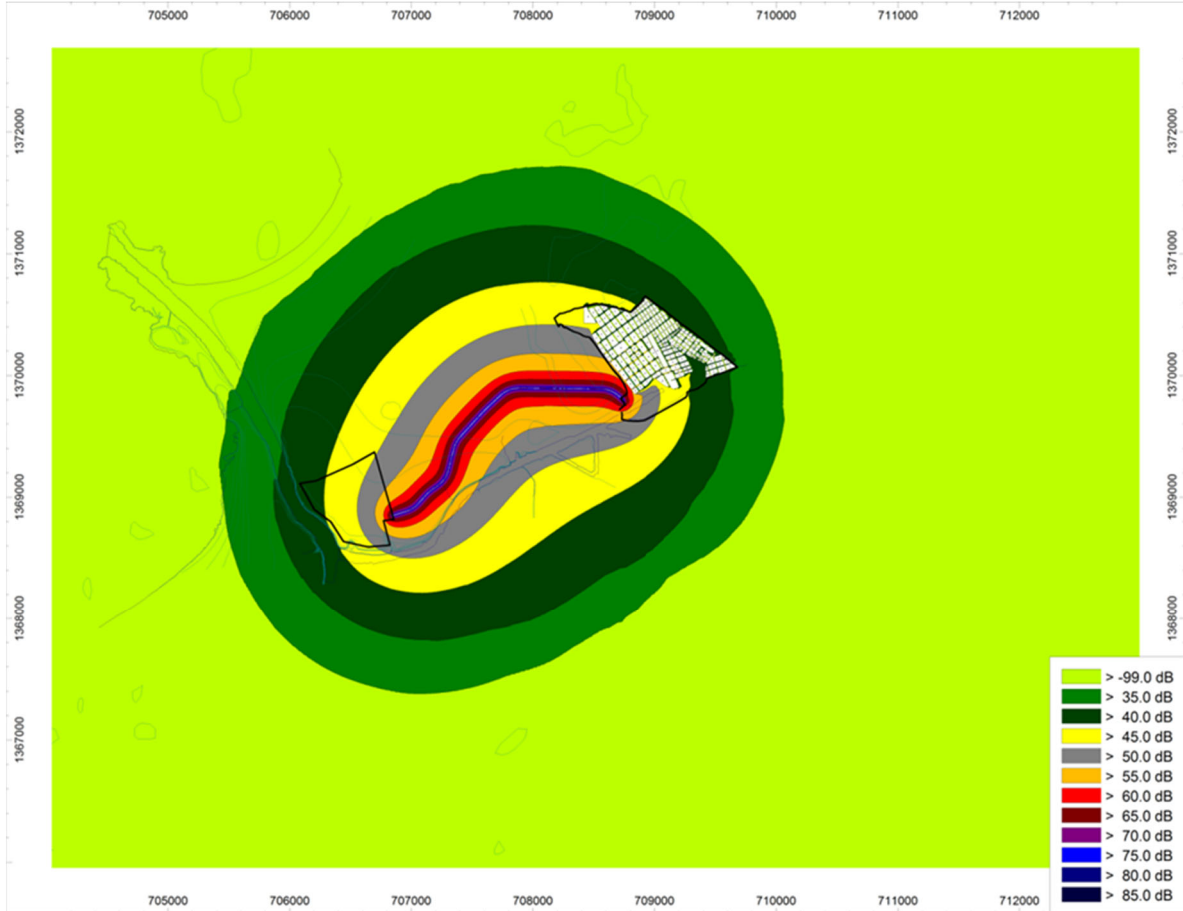


Figura No. 5.277

Figura 2: Mapa de Ruido en Áreas de Ruido Generado por CadnaA. Escenario II. CadnaA.

Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015 con el Software CadnaA, 2015

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 516 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

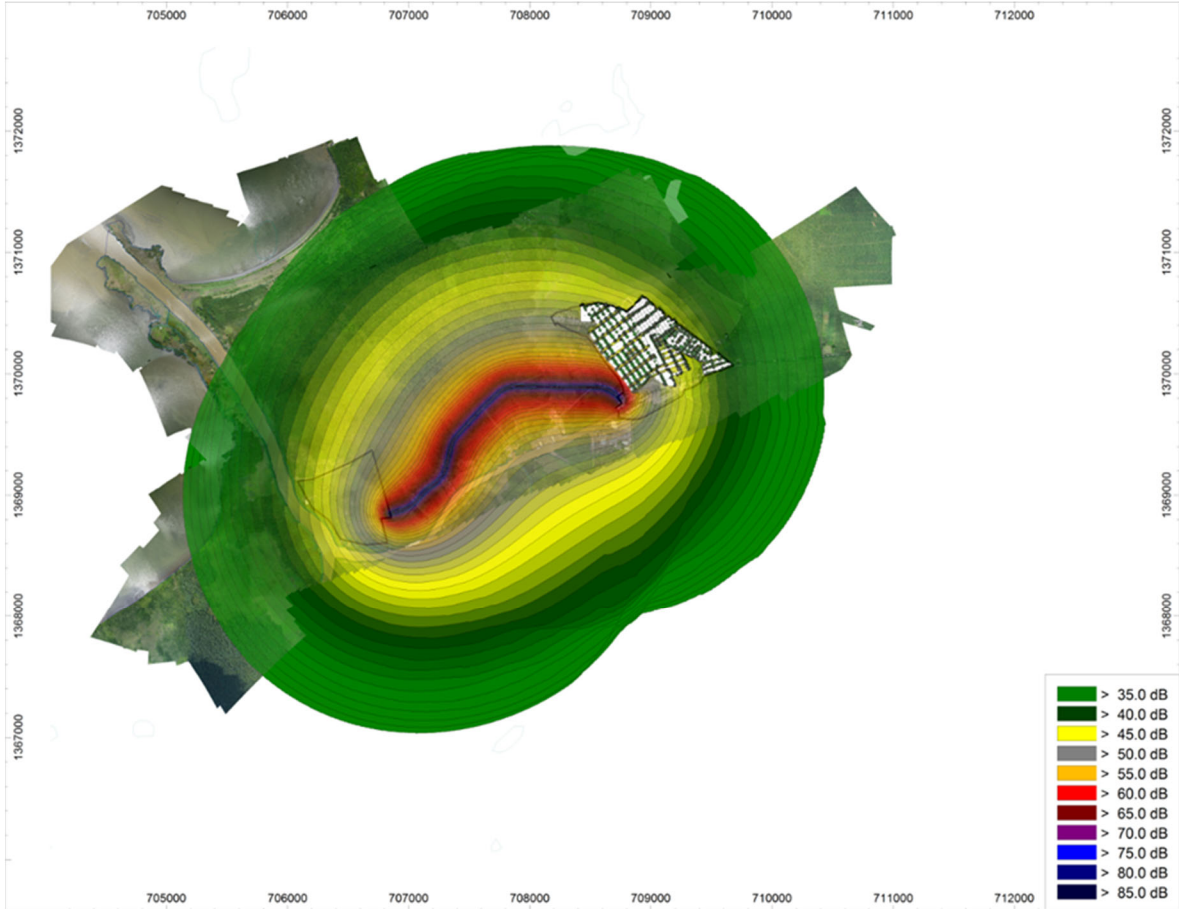


Figura No. 5.278 Mapa de Ruido en Formato "Áreas de Igual Nivel Sonoro Separación: 1 dB". Escenario

Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015 con el Software CadnaA, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 517 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

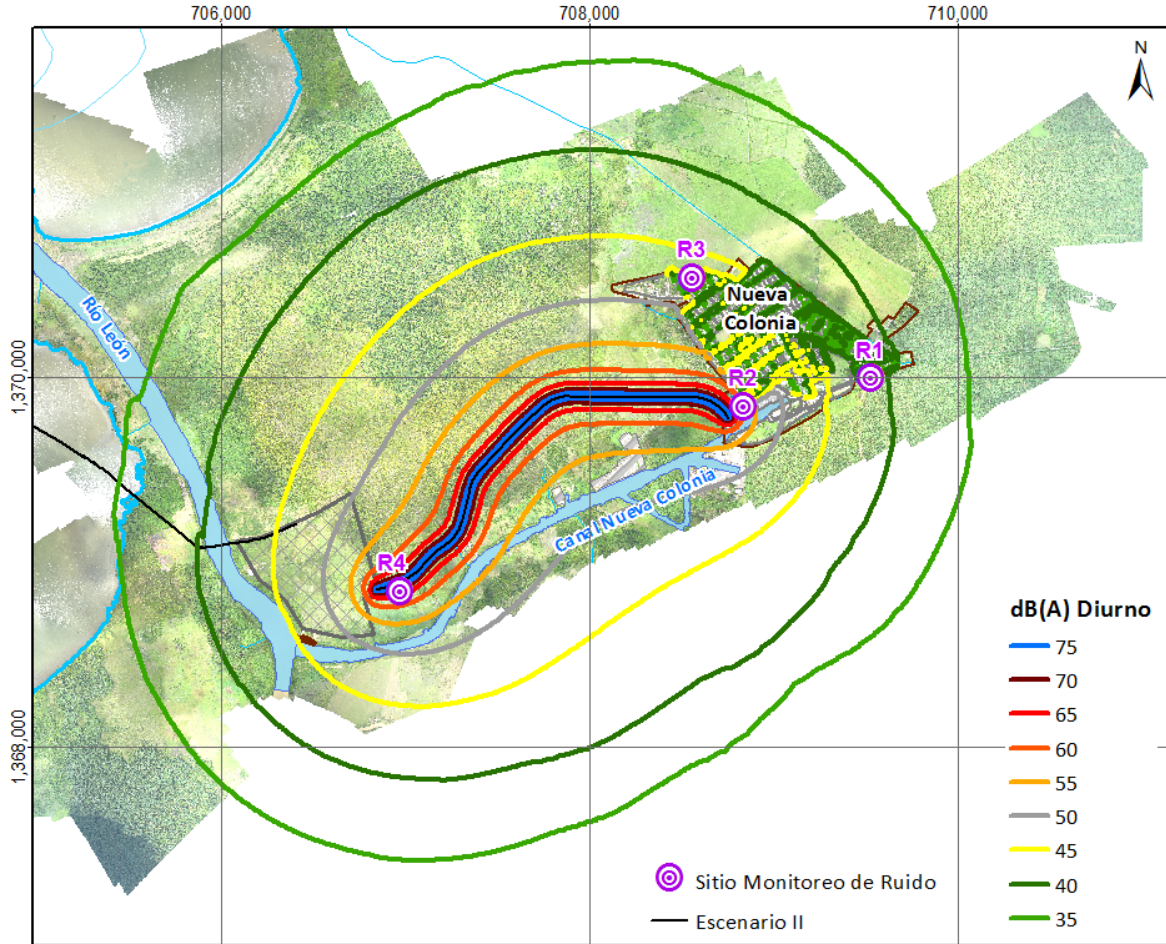


Figura No. 5.279 Mapa de Ruido en Formato "Líneas de Igual Nivel Sonoro Separación". Escenario II. Horario Diurno. CadnaA

Fuente: CadnaA, 2015 modificado por Aqua & Terra Consultores Asociados., 2015.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 518 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

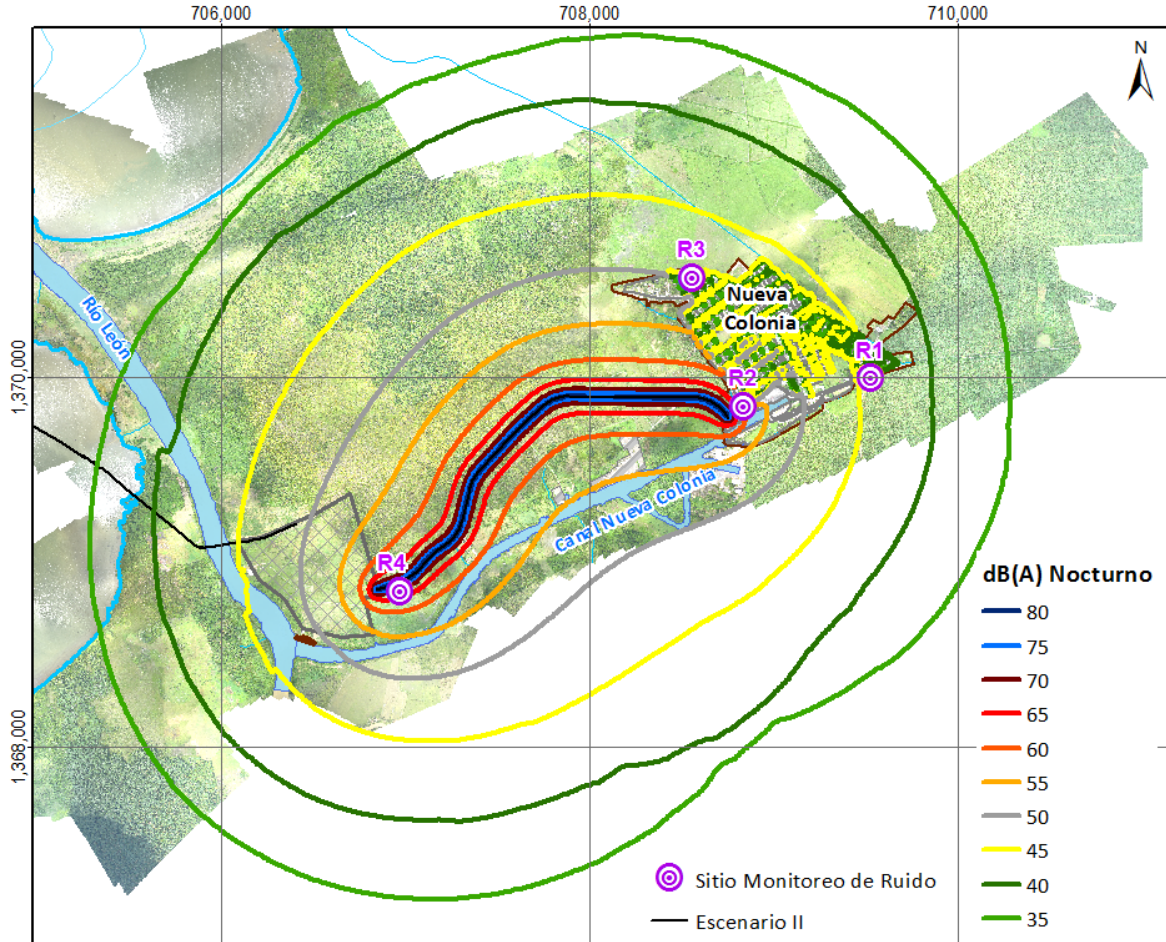


Figura No. 5.280 Mapa de Ruido en Formato "Líneas de Igual Nivel Sonoro Separación". Escenario II. Horario Nocturno. CadnaA

Fuente: CadnaA, 2015 modificado por Aqua & Terra Consultores Asociados., 2015.

	<p align="center">MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO</p>		
	<p align="center">CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA</p>	<p align="center">Página 519 de 534</p>	
	<p align="center">GAT-391-15-CA-AM-PIO-01</p>	<p>Revisión:</p>	<p align="center">B</p>

❖ **Mapas de ruido casco urbano Nueva Colonia, escenarios I y II**

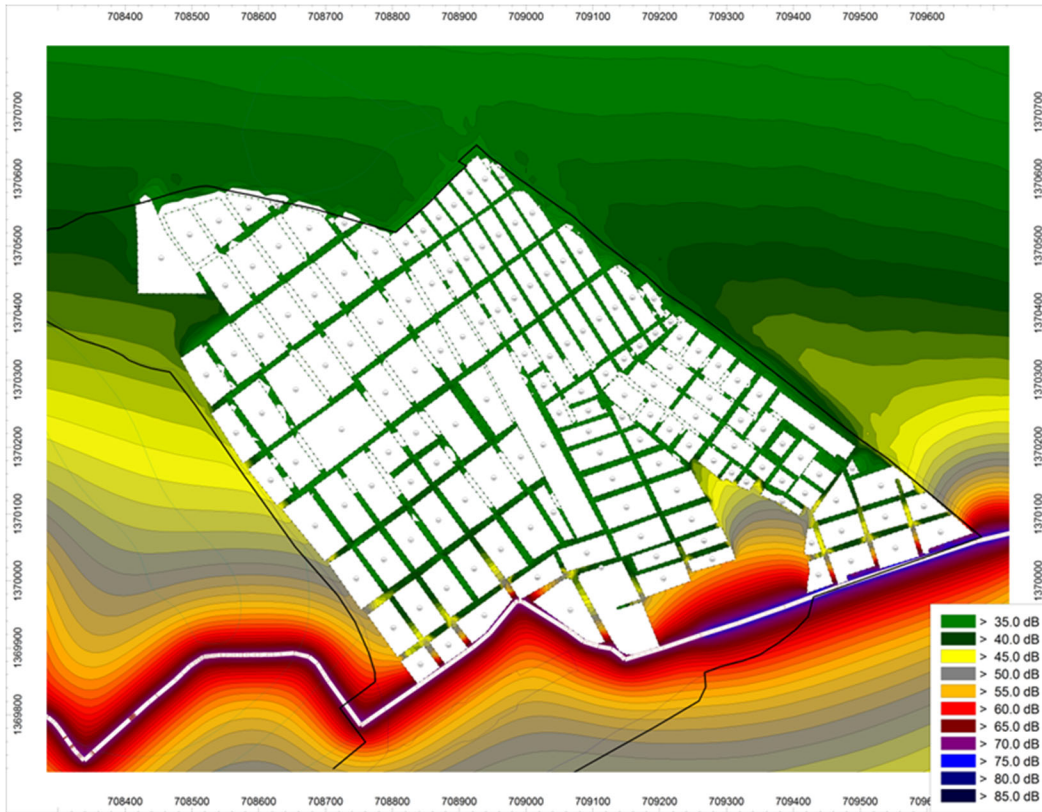


Figura No. 5.281 Mapa de Ruido en Formato "Áreas de Igual Nivel Sonoro Separación: 1 dB". Escenario I – Acercamiento Nueva Colonia. CadnaA.
Fuente: SGS COLOMBIA S.A, 2015 con el Software CadnaA, 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 520 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

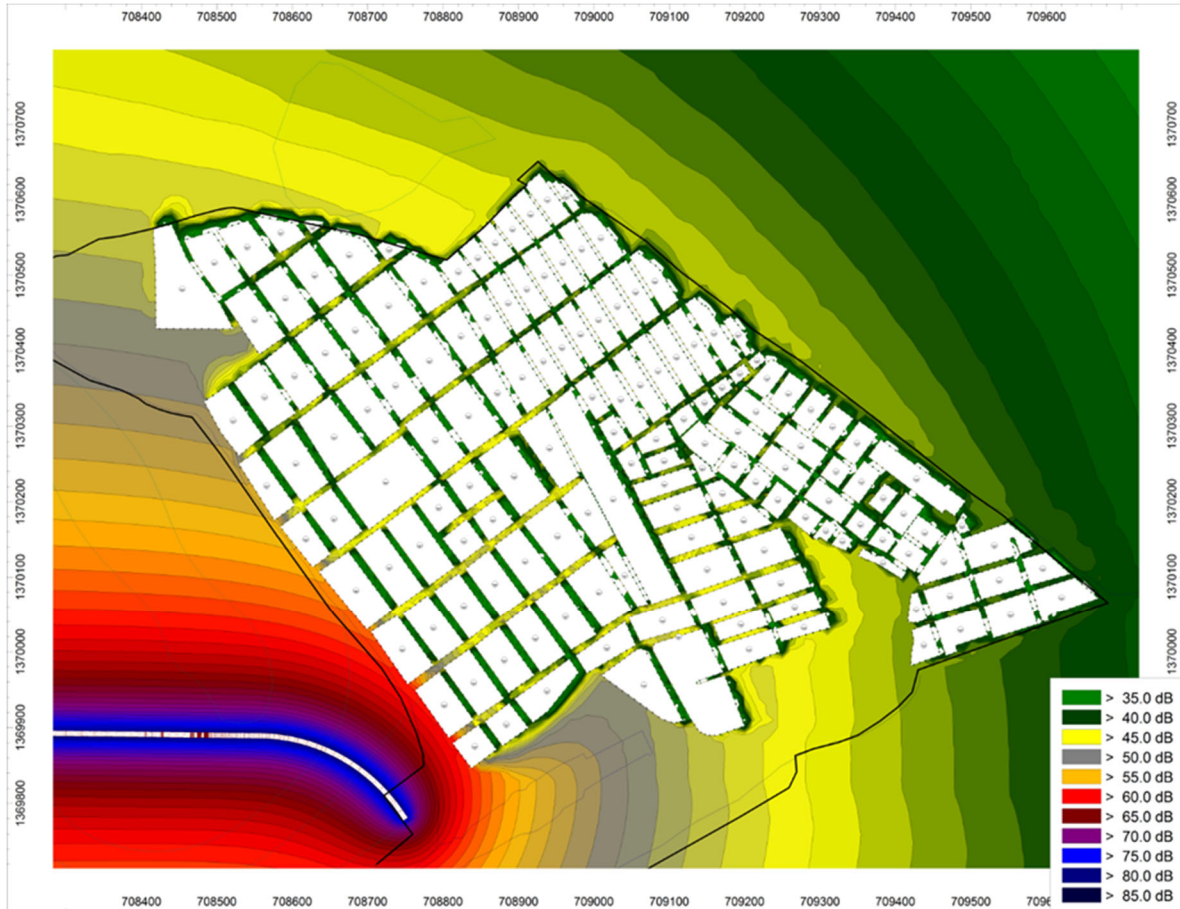



Figura No. 5.282 Mapa de Ruido en Formato "Áreas de Igual Nivel Sonoro Separación: 1 dB". Escenario II – Acercamiento Nueva Colonia.
Fuente: CadnaA, 2015

❖ Comparación de niveles de presión sonora modelados con niveles máximos permitidos por normas vigentes

Niveles de presión sonora modelados en áreas pobladas vs. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en dB(A), definidos en la Resolución 627 de 2006

Para realizar la comparación de niveles de presión sonora en las manzanas catastrales, se toma como valor máximo permitido 70dB(A) en el periodo Diurno y 55dB(A) en horario Nocturno, perteneciente al "Sector C. Ruido Intermedio

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 521 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

Restringido”, definido en el artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006 como una Zona Rural habitada. Estos valores de referencia son tomados siguiendo lo estipulado en el parágrafo 2° y 3° del artículo 9° de la presente norma, citados a continuación:

“Parágrafo 2°. *Las vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, en general las vías, son objeto de medición de ruido ambiental, mas no de emisión de ruido por fuentes móviles.*

Parágrafo 3°. *Las vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales, en áreas urbanas o cercanas a poblados o asentamientos humanos, no se consideran como subsectores inmersos en otras zonas o subsectores.”*

Así mismo se realiza la comparación en los cuatro puntos correspondientes al monitoreo de ruido ambiental dentro del casco urbano del corregimiento con el fin de comparar los cálculos del modelo con la medición *in situ*, para el escenario I, y referenciar el escenario I a largo plazo. Para esta comparación se toma como valor máximo permitido los siguientes valores, definidos en el artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006:

- Puntos 1 y 2: 70dB(A) en el periodo Diurno y 55dB(A) en horario Nocturno, perteneciente al “Sector D. Ruido Intermedio Restringido: Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.
- Punto 3: 65dB(A) en el periodo Diurno y 50dB(A) en horario Nocturno, perteneciente al “Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado: Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.”, de la misma resolución.
-
- Punto 4: 55dB(A) en el periodo Diurno y 45dB(A) en horario Nocturno, perteneciente al “Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado: Residencial suburbana.

La Figura No. 5.283 expone la identificación de las diferentes manzanas catastrales en el casco urbano del corregimiento Nueva Colonia.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 522 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

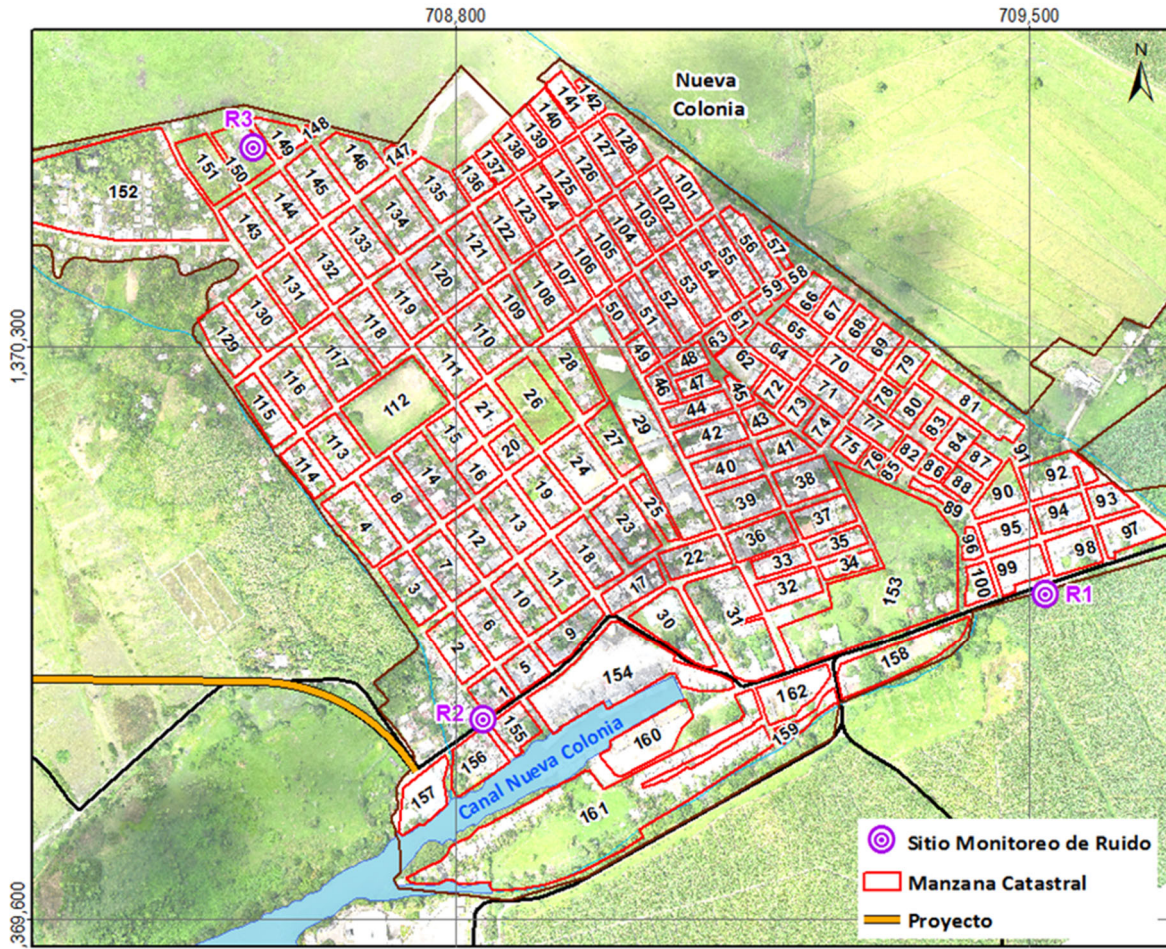


Figura No. 5.283 Identificación de Manzanas Catastrales y puntos de medición de ruido
Fuente: Aqua & Terra Consultores Asociados S.A.S., 2015

En la Tabla No. 5.119 se exponen los valores calculados por CadnaA (Nivel Leq(A)), el valor máximo permisible por la normativa vigente (Valor Límite) y la diferencia entre el valor calculado por CadnaA y el límite permisible (Nivel de Exceso), para cada uno de los dos escenarios (E1 y E2); en el cual se clasifican las celdas con tres colores diferentes como indica la Tabla No. 5.118.

Tabla No. 5.118 Clasificación por colores de los niveles de exceso de presión sonora

	Indica una diferencia negativa de más de 10 dBA, es decir que no existe riesgo alguno para la vivienda en cuestión.
	Indica que las viviendas que registran una diferencia entre -10 y -0,1 dBA. Son puntos

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO			
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 523 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

	receptores que no exceden los niveles límite pero que pueden requerir atención.
	Indica las viviendas que presentan exceso de los niveles límites establecidos por la norma.

Fuente: SGS Colombia S.A., 2015

En la Tabla No. 5.118 se toma el rango de 10 dB por debajo de la norma (viviendas en color amarillo) debido en todo proceso matemático existe un rango de incertidumbre, que en el presente caso se debe a la precisión de los datos de entrada en general. Por lo tanto, el fabricante recomienda sumarle 10 dB a la normativa a aplicar para poder afirmar que no existe ni existirá alguna afectación por contaminación acústica.

Tabla No. 5.119 Comparación de Nivel de Presión Sonora por manzanas catastrales para los escenarios 1 y 2 (E1 y E2)

Manzana Catastral ID	E1		E2		Nivel Límite		E1		E2		Coordenadas		Altura
	Nivel Leq		Nivel Leq				Nivel de Exceso		Nivel de Exceso				
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	X	Y	H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m)	(m)
Nueva Colonia													
M_01	71,6	71,7	60,1	61,6	70	55	1,6	16,7	-9,9	6,6	708.842	1.369.875	8
M_02	55,2	56,1	60,2	61,8	70	55	-14,8	1,1	-9,8	6,8	708.802	1.369.930	8
M_03	51,9	53,3	59,7	61,3	70	55	-18,1	-1,7	-10,3	6,3	708.746	1.370.003	8
M_04	49,0	50,9	57,8	59,7	70	55	-21,0	-4,1	-12,2	4,7	708.685	1.370.082	8
M_05	71,3	71,4	52,1	54,6	70	55	1,3	16,4	-17,9	-0,4	708.884	1.369.904	8
M_06	44,7	45,4	51,7	54,4	70	55	-25,3	-9,6	-18,3	-0,6	708.841	1.369.959	8
M_07	41,8	43,8	49,7	52,5	70	55	-28,2	-11,2	-20,3	-2,5	708.787	1.370.032	8
M_08	41,7	44,2	47,4	50,1	70	55	-28,3	-10,8	-22,6	-4,9	708.729	1.370.113	8
M_09	70,5	70,5	51,5	54,4	70	55	0,5	15,5	-18,5	-0,6	708.938	1.369.948	8
M_10	44,5	45,4	51,2	54,0	70	55	-25,5	-9,6	-18,8	-1,0	708.881	1.369.989	8
M_11	48,9	49,4	50,0	52,9	70	55	-21,1	-5,6	-20,0	-2,1	708.922	1.370.018	8
M_12	40,4	42,9	49,0	51,8	70	55	-29,6	-12,1	-21,0	-3,2	708.828	1.370.061	8
M_13	40,2	42,6	48,5	51,3	70	55	-29,8	-12,4	-21,5	-3,7	708.869	1.370.091	8

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO											
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Página 524 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01										Revisión:	B

Manzana Catastral ID	E1		E2		Nivel Límite		E1		E2		Coordenadas		Altura	
	Nivel Leq		Nivel Leq				Nivel de Exceso		Nivel de Exceso					
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	X	Y		H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m)		(m)
Nueva Colonia														
M_14	41,5	44,2	47,8	50,5	70	55	-28,5	-10,8	-22,2	-4,5	708.769	1.370.142	8	
M_15	40,6	43,4	49,0	51,9	70	55	-29,4	-11,6	-21,0	-3,1	708.794	1.370.192	8	
M_16	41,2	44,0	49,5	52,4	70	55	-28,8	-11,0	-20,5	-2,6	708.828	1.370.148	8	
M_17	68,9	69,0	49,8	52,7	70	55	-1,1	14,0	-20,2	-2,3	709.017	1.370.005	8	
M_18	49,6	50,0	49,0	51,8	70	55	-20,4	-5,0	-21,0	-3,2	708.962	1.370.047	8	
M_19	39,7	42,0	47,3	50,2	70	55	-30,3	-13,0	-22,7	-4,8	708.909	1.370.121	8	
M_20	39,9	42,7	48,0	50,9	70	55	-30,1	-12,3	-22,0	-4,1	708.866	1.370.176	8	
M_21	40,9	43,7	48,9	51,8	70	55	-29,1	-11,3	-21,1	-3,2	708.835	1.370.221	8	
M_22	48,8	50,3	46,3	49,2	70	55	-21,2	-4,7	-23,7	-5,8	709.091	1.370.041	8	
M_23	41,3	43,7	48,2	51,1	70	55	-28,7	-11,3	-21,8	-3,9	709.007	1.370.080	8	
M_24	37,6	40,4	46,6	49,5	70	55	-32,4	-14,6	-23,4	-5,5	708.952	1.370.154	8	
M_25	40,4	42,8	47,9	50,8	70	55	-29,6	-12,2	-22,1	-4,2	709.041	1.370.102	8	
M_26	39,3	42,1	48,9	51,8	70	55	-30,7	-12,9	-21,1	-3,2	708.894	1.370.233	8	
M_27	37,8	40,4	46,4	49,4	70	55	-32,2	-14,6	-23,6	-5,6	708.992	1.370.185	8	
M_28	39,5	42,4	48,7	51,6	70	55	-30,5	-12,6	-21,3	-3,4	708.941	1.370.271	8	
M_29	38,3	41,1	48,0	50,9	70	55	-31,7	-13,9	-22,0	-4,1	709.026	1.370.203	8	
M_30	72,4	72,4	50,3	53,2	70	55	2,4	17,4	-19,7	-1,8	709.066	1.369.956	8	
M_31	73,0	73,1	47,9	50,7	70	55	3,0	18,1	-22,1	-4,3	709.113	1.370.020	8	
M_32	56,3	57,3	46,4	49,4	70	55	-13,7	2,3	-23,6	-5,6	709.206	1.370.003	8	
M_33	42,1	43,3	47,0	50,0	70	55	-27,9	-11,7	-23,0	-5,0	709.195	1.370.036	8	
M_34	56,2	57,3	44,6	47,5	70	55	-13,8	2,3	-25,4	-7,5	709.279	1.370.032	8	
M_35	48,3	49,6	45,1	48,0	70	55	-21,7	-5,4	-24,9	-7,0	709.266	1.370.060	8	

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
 CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
 [[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO												
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Página 525 de 534		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01										Revisión:	B	

Manzana Catastral ID	E1		E2		Nivel Límite		E1		E2		Coordenadas		Altura	
	Nivel Leq		Nivel Leq				Nivel de Exceso		Nivel de Exceso					
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	X	Y		H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m)		(m)
Nueva Colonia														
M_36	41,8	43,8	45,9	48,8	70	55	-28,2	-11,2	-24,1	-6,2	709.172	1.370.066	8	
M_37	45,8	47,4	45,4	48,3	70	55	-24,2	-7,6	-24,6	-6,7	709.248	1.370.091	8	
M_38	42,7	44,7	45,6	48,5	70	55	-27,3	-10,3	-24,4	-6,5	709.226	1.370.135	8	
M_39	39,4	41,8	47,6	50,5	70	55	-30,6	-13,2	-22,4	-4,5	709.150	1.370.110	8	
M_40	38,6	41,2	47,5	50,5	70	55	-31,4	-13,8	-22,5	-4,5	709.129	1.370.152	8	
M_41	38,1	40,6	45,9	48,8	70	55	-31,9	-14,4	-24,1	-6,2	709.199	1.370.175	8	
M_42	38,5	41,2	47,5	50,4	70	55	-31,5	-13,8	-22,5	-4,6	709.111	1.370.191	8	
M_43	37,5	40,1	45,8	48,7	70	55	-32,5	-14,9	-24,2	-6,3	709.171	1.370.211	8	
M_44	38,1	40,9	47,4	50,4	70	55	-31,9	-14,1	-22,6	-4,6	709.094	1.370.223	8	
M_45	37,3	40,1	46,0	49,0	70	55	-32,7	-14,9	-24,0	-6,0	709.144	1.370.244	8	
M_46	38,2	41,0	47,4	50,3	70	55	-31,8	-14,0	-22,6	-4,7	709.050	1.370.251	8	
M_47	37,2	40,0	46,0	48,9	70	55	-32,8	-15,0	-24,0	-6,1	709.093	1.370.254	8	
M_48	39,6	42,5	46,4	49,3	70	55	-30,4	-12,5	-23,6	-5,7	709.083	1.370.283	8	
M_49	38,1	40,9	47,2	50,2	70	55	-31,9	-14,1	-22,8	-4,8	709.027	1.370.292	8	
M_50	37,5	40,3	46,7	49,7	70	55	-32,5	-14,7	-23,3	-5,3	708.998	1.370.338	8	
M_51	36,8	39,6	45,1	48,0	70	55	-33,2	-15,4	-24,9	-7,0	709.036	1.370.335	8	
M_52	37,2	40,1	45,0	47,9	70	55	-32,8	-14,9	-25,0	-7,1	709.062	1.370.354	8	
M_53	37,1	40,0	44,1	47,0	70	55	-32,9	-15,0	-25,9	-8,0	709.085	1.370.373	8	
M_54	38,0	40,9	44,2	47,2	70	55	-32,0	-14,1	-25,8	-7,8	709.109	1.370.391	8	
M_55	38,4	41,3	43,8	46,7	70	55	-31,6	-13,7	-26,2	-8,3	709.133	1.370.408	8	
M_56	38,9	41,8	44,3	47,3	70	55	-31,1	-13,2	-25,7	-7,7	709.159	1.370.423	8	
M_57	39,1	42,0	43,9	46,9	70	55	-30,9	-13,0	-26,1	-8,1	709.191	1.370.421	8	

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
 CAP 5.1_CARACTERIZACION_ABIOTICO
 [[Medellín], 2015

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO											
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Página 526 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01										Revisión:	B

Manzana Catastral ID	E1		E2		Nivel Límite		E1		E2		Coordenadas		Altura	
	Nivel Leq		Nivel Leq				Nivel de Exceso		Nivel de Exceso					
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	X	Y		H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m)		(m)
Nueva Colonia														
M_58	38,7	41,6	42,7	45,6	70	55	-31,3	-13,4	-27,3	-9,4	709.216	1.370.387	8	
M_59	39,1	41,9	43,0	45,9	70	55	-30,9	-13,1	-27,0	-9,1	709.194	1.370.370	8	
M_60	38,8	41,6	43,8	46,7	70	55	-31,2	-13,4	-26,2	-8,3	709.170	1.370.351	8	
M_61	38,2	41,0	44,2	47,2	70	55	-31,8	-14,0	-25,8	-7,8	709.147	1.370.331	8	
M_62	37,6	40,4	45,9	48,9	70	55	-32,4	-14,6	-24,1	-6,1	709.147	1.370.277	8	
M_63	36,8	39,5	45,0	47,9	70	55	-33,2	-15,5	-25,0	-7,1	709.119	1.370.309	8	
M_64	38,7	41,5	45,2	48,1	70	55	-31,3	-13,5	-24,8	-6,9	709.191	1.370.292	8	
M_65	39,3	42,2	44,3	47,3	70	55	-30,7	-12,8	-25,7	-7,7	709.215	1.370.319	8	
M_66	38,5	41,4	43,8	46,7	70	55	-31,5	-13,6	-26,2	-8,3	709.230	1.370.363	8	
M_67	38,9	41,8	44,1	47,0	70	55	-31,1	-13,2	-25,9	-8,0	709.258	1.370.343	8	
M_68	38,9	41,7	43,9	46,8	70	55	-31,1	-13,3	-26,1	-8,2	709.288	1.370.322	8	
M_69	38,9	41,7	43,8	46,7	70	55	-31,1	-13,3	-26,2	-8,3	709.316	1.370.299	8	
M_70	36,6	39,1	44,4	47,3	70	55	-33,4	-15,9	-25,6	-7,7	709.275	1.370.273	8	
M_71	38,6	41,4	44,8	47,8	70	55	-31,4	-13,6	-25,2	-7,2	709.254	1.370.245	8	
M_72	39,5	42,2	45,6	48,5	70	55	-30,5	-12,8	-24,4	-6,5	709.186	1.370.248	8	
M_73	40,7	43,4	45,4	48,4	70	55	-29,3	-11,6	-24,6	-6,6	709.215	1.370.226	8	
M_74	42,1	44,4	45,2	48,1	70	55	-27,9	-10,6	-24,8	-6,9	709.244	1.370.202	8	
M_75	45,3	47,5	44,8	47,7	70	55	-24,7	-7,5	-25,2	-7,3	709.281	1.370.179	8	
M_76	46,6	48,6	44,6	47,5	70	55	-23,4	-6,4	-25,4	-7,5	709.308	1.370.161	8	
M_77	37,3	40,0	44,4	47,3	70	55	-32,7	-15,0	-25,6	-7,7	709.312	1.370.201	8	
M_78	36,7	39,4	44,0	46,9	70	55	-33,3	-15,6	-26,0	-8,1	709.321	1.370.240	8	
M_79	38,6	41,3	43,5	46,4	70	55	-31,4	-13,7	-26,5	-8,6	709.349	1.370.277	8	

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO											
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Página 527 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01										Revisión:	B

Manzana Catastral ID	E1		E2		Nivel Límite		E1		E2		Coordenadas		Altura	
	Nivel Leq		Nivel Leq				Nivel de Exceso		Nivel de Exceso					
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	X	Y		H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m)		(m)
Nueva Colonia														
M_80	40,2	42,9	43,6	46,6	70	55	-29,8	-12,1	-26,4	-8,4	709.355	1.370.226	8	
M_81	40,5	43,1	43,0	46,0	70	55	-29,5	-11,9	-27,0	-9,0	709.428	1.370.230	8	
M_82	45,2	47,4	43,7	46,6	70	55	-24,8	-7,6	-26,3	-8,4	709.354	1.370.169	8	
M_83	39,0	41,4	43,4	46,3	70	55	-31,0	-13,6	-26,6	-8,7	709.384	1.370.204	8	
M_84	38,2	40,5	43,3	46,2	70	55	-31,8	-14,5	-26,7	-8,8	709.411	1.370.184	8	
M_85	48,0	49,9	44,3	47,1	70	55	-22,0	-5,1	-25,7	-7,9	709.330	1.370.147	8	
M_86	39,2	41,2	43,6	46,5	70	55	-30,8	-13,8	-26,4	-8,5	709.383	1.370.149	8	
M_87	41,8	43,7	42,0	44,9	70	55	-28,2	-11,3	-28,0	-10,1	709.439	1.370.159	8	
M_88	49,5	51,3	43,3	46,3	70	55	-20,5	-3,7	-26,7	-8,7	709.418	1.370.130	8	
M_89	50,6	52,2	43,9	46,7	70	55	-19,4	-2,8	-26,1	-8,3	709.383	1.370.119	8	
M_90	47,9	49,7	42,9	45,8	70	55	-22,1	-5,3	-27,1	-9,2	709.464	1.370.120	8	
M_91	40,1	42,6	42,1	45,0	70	55	-29,9	-12,4	-27,9	-10,0	709.488	1.370.168	8	
M_92	44,7	46,3	42,0	44,9	70	55	-25,3	-8,7	-28,0	-10,1	709.531	1.370.142	8	
M_93	52,6	53,4	41,1	44,1	70	55	-17,4	-1,6	-28,9	-10,9	709.595	1.370.111	8	
M_94	47,6	48,2	42,0	44,9	70	55	-22,4	-6,8	-28,0	-10,1	709.538	1.370.095	8	
M_95	48,1	48,7	42,9	45,8	70	55	-21,9	-6,3	-27,1	-9,2	709.472	1.370.074	8	
M_96	55,6	56,5	43,1	46,0	70	55	-14,4	1,5	-26,9	-9,0	709.428	1.370.056	8	
M_97	73,7	73,8	41,0	43,9	70	55	3,7	18,8	-29,0	-11,1	709.620	1.370.073	8	
M_98	73,5	73,6	41,8	44,8	70	55	3,5	18,6	-28,2	-10,2	709.553	1.370.049	8	
M_99	75,1	75,2	42,1	45,0	70	55	5,1	20,2	-27,9	-10,0	709.486	1.370.029	8	
M_100	72,0	72,2	43,0	45,8	70	55	2,0	17,2	-27,0	-9,2	709.437	1.370.009	8	
M_101	38,3	41,1	44,4	47,3	70	55	-31,7	-13,9	-25,6	-7,7	709.081	1.370.492	8	

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO											
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Página 528 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01										Revisión:	B

Manzana Catastral ID	E1		E2		Nivel Límite		E1		E2		Coordenadas		Altura	
	Nivel Leq		Nivel Leq				Nivel de Exceso		Nivel de Exceso					
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	X	Y		H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m)		(m)
Nueva Colonia														
M 102	37,8	40,7	44,5	47,5	70	55	-32,2	-14,3	-25,5	-7,5	709.055	1.370.478	8	
M 103	37,3	40,2	44,5	47,4	70	55	-32,7	-14,8	-25,5	-7,6	709.031	1.370.459	8	
M 104	37,1	40,0	45,1	48,1	70	55	-32,9	-15,0	-24,9	-6,9	709.006	1.370.441	8	
M 105	36,7	39,6	45,4	48,3	70	55	-33,3	-15,4	-24,6	-6,7	708.982	1.370.422	8	
M 106	36,7	39,6	45,4	48,4	70	55	-33,3	-15,4	-24,6	-6,6	708.958	1.370.404	8	
M 107	36,9	39,7	45,6	48,6	70	55	-33,1	-15,3	-24,4	-6,4	708.933	1.370.386	8	
M 108	38,3	41,2	47,3	50,3	70	55	-31,7	-13,8	-22,7	-4,7	708.905	1.370.365	8	
M 109	39,3	42,2	48,4	51,3	70	55	-30,7	-12,8	-21,6	-3,7	708.872	1.370.344	8	
M 110	39,3	42,2	48,7	51,6	70	55	-30,7	-12,8	-21,3	-3,4	708.834	1.370.314	8	
M 111	40,6	43,5	49,9	52,8	70	55	-29,4	-11,5	-20,1	-2,2	708.790	1.370.281	8	
M 112	40,8	43,7	48,6	51,5	70	55	-29,2	-11,3	-21,4	-3,5	708.724	1.370.226	8	
M 113	41,2	44,0	48,6	51,3	70	55	-28,8	-11,0	-21,4	-3,7	708.655	1.370.177	8	
M 114	46,3	48,6	55,7	57,9	70	55	-23,7	-6,4	-14,3	2,9	708.618	1.370.150	8	
M 115	44,6	47,0	54,2	56,6	70	55	-25,4	-8,0	-15,8	1,6	708.566	1.370.221	8	
M 116	39,0	41,8	47,4	50,3	70	55	-31,0	-13,2	-22,6	-4,7	708.605	1.370.250	8	
M 117	41,1	44,1	50,4	53,4	70	55	-28,9	-10,9	-19,6	-1,6	708.655	1.370.286	8	
M 118	40,9	43,9	50,0	53,0	70	55	-29,1	-11,1	-20,0	-2,0	708.700	1.370.322	8	
M 119	40,2	43,1	49,4	52,3	70	55	-29,8	-11,9	-20,6	-2,7	708.737	1.370.354	8	
M 120	39,4	42,3	48,9	51,8	70	55	-30,6	-12,7	-21,1	-3,2	708.782	1.370.387	8	
M 121	38,7	41,6	47,9	50,8	70	55	-31,3	-13,4	-22,1	-4,2	708.824	1.370.419	8	
M 122	37,9	40,8	47,2	50,2	70	55	-32,1	-14,2	-22,8	-4,8	708.859	1.370.444	8	
M 123	36,7	39,6	46,2	49,1	70	55	-33,3	-15,4	-23,8	-5,9	708.886	1.370.463	8	

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO											
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Página 529 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01										Revisión:	B

Manzana Catastral ID	E1		E2		Nivel Límite		E1		E2		Coordenadas		Altura	
	Nivel Leq		Nivel Leq				Nivel de Exceso		Nivel de Exceso					
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	X	Y		H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m)		(m)
Nueva Colonia														
M_124	36,6	39,6	45,9	48,8	70	55	-33,4	-15,4	-24,1	-6,2	708.911	1.370.481	8	
M_125	37,0	39,8	45,7	48,7	70	55	-33,0	-15,2	-24,3	-6,3	708.935	1.370.499	8	
M_126	36,4	39,3	44,9	47,8	70	55	-33,6	-15,7	-25,1	-7,2	708.959	1.370.517	8	
M_127	36,9	39,7	44,6	47,6	70	55	-33,1	-15,3	-25,4	-7,4	708.984	1.370.534	8	
M_128	37,0	39,9	43,5	46,5	70	55	-33,0	-15,1	-26,5	-8,5	709.009	1.370.549	8	
M_129	42,8	45,3	52,1	54,6	70	55	-27,2	-9,7	-17,9	-0,4	708.522	1.370.307	8	
M_130	41,0	43,9	50,2	53,1	70	55	-29,0	-11,1	-19,8	-1,9	708.563	1.370.339	8	
M_131	39,2	42,1	49,1	52,1	70	55	-30,8	-12,9	-20,9	-2,9	708.603	1.370.366	8	
M_132	40,3	43,2	49,4	52,4	70	55	-29,7	-11,8	-20,6	-2,6	708.644	1.370.397	8	
M_133	39,7	42,6	48,8	51,7	70	55	-30,3	-12,4	-21,2	-3,3	708.684	1.370.427	8	
M_134	39,0	41,9	48,1	51,1	70	55	-31,0	-13,1	-21,9	-3,9	708.728	1.370.460	8	
M_135	38,2	41,1	47,3	50,2	70	55	-31,8	-13,9	-22,7	-4,8	708.775	1.370.491	8	
M_136	37,9	40,8	46,5	49,4	70	55	-32,1	-14,2	-23,5	-5,6	708.820	1.370.504	8	
M_137	37,0	39,8	45,4	48,3	70	55	-33,0	-15,2	-24,6	-6,7	708.846	1.370.523	8	
M_138	37,2	40,1	45,2	48,1	70	55	-32,8	-14,9	-24,8	-6,9	708.869	1.370.543	8	
M_139	36,6	39,5	44,8	47,7	70	55	-33,4	-15,5	-25,2	-7,3	708.892	1.370.561	8	
M_140	37,0	39,9	44,5	47,5	70	55	-33,0	-15,1	-25,5	-7,5	708.916	1.370.581	8	
M_141	36,7	39,7	43,8	46,8	70	55	-33,3	-15,3	-26,2	-8,2	708.939	1.370.600	8	
M_142	36,5	39,4	43,8	46,8	70	55	-33,5	-15,6	-26,2	-8,2	708.964	1.370.604	8	
M_143	40,3	43,2	49,4	52,3	70	55	-29,7	-11,8	-20,6	-2,7	708.550	1.370.441	8	
M_144	39,3	42,3	48,4	51,4	70	55	-30,7	-12,7	-21,6	-3,6	708.591	1.370.469	8	
M_145	39,0	41,9	48,0	50,9	70	55	-31,0	-13,1	-22,0	-4,1	708.630	1.370.500	8	

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO												
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Página 530 de 534		
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01										Revisión:	B	

Manzana Catastral ID	E1		E2		Nivel Límite		E1		E2		Coordenadas		Altura	
	Nivel Leq		Nivel Leq				Nivel de Exceso		Nivel de Exceso					
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	X	Y		H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m)		(m)
Nueva Colonia														
M 146	38,3	41,2	47,4	50,3	70	55	-31,7	-13,8	-22,6	-4,7	708.675	1.370.527	8	
M 147	37,9	40,7	46,6	49,6	70	55	-32,1	-14,3	-23,4	-5,4	708.728	1.370.534	8	
M 148	37,8	40,7	46,7	49,6	70	55	-32,2	-14,3	-23,3	-5,4	708.627	1.370.564	8	
M 149	38,3	41,2	47,2	50,2	70	55	-31,7	-13,8	-22,8	-4,8	708.585	1.370.557	8	
M 150	38,8	41,7	47,8	50,7	70	55	-31,2	-13,3	-22,2	-4,3	708.540	1.370.537	8	
M 151	38,7	41,7	47,7	50,6	70	55	-31,3	-13,3	-22,3	-4,4	708.497	1.370.517	8	
M 152	40,9	43,6	49,6	52,2	70	55	-29,1	-11,4	-20,4	-2,8	708.454	1.370.482	8	

Fuente: SGS Colombia S.A., 2015

Los niveles de la Tabla No. 5.119 se refieren a los más altos encontrados en alguna de las fachadas de cada manzana, debido a que CadnaA toma automáticamente el valor más alto en alguna de los lados del polígono que representa una fachada. Generalmente los lados con mayores niveles corresponden a los que se encuentran expuestos de manera directa a la emisión de ruido, pero los lados adyacentes y posteriores tenderán a tener niveles más bajos de presión sonora.

❖ Comparación de los niveles medidos con los niveles calculados

Para comparar los niveles de presión sonora registrados en puntos de medición de ruido ambiental con los niveles calculados por el modelo de predicción acústica CadnaA, se debe tener en cuenta que el ruido capturado en las mediciones puede corresponder a un sinnúmero de fuentes que nada tienen que ver con las actividades de operación de los tramos en cada escenario. Sin embargo, se hace la comparación con el fin de sacar algunas conclusiones como referencia.

Para este proceso se toman los valores máximos medidos, sin discriminar si las mediciones fuesen en día hábil o no hábil con el fin de representar el escenario más crítico como muestra la Tabla No. 5.120.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		 aqua & terra	
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Página 531 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01		Revisión:	B

Tabla No. 5.120 Comparación de niveles de presión sonora calculados (CadnaA) vs. Niveles medidos

Punto de monitoreo ID	E1				E2				Altura
	Nivel Calculado		Nivel Medido		Nivel Calculado		Nivel Medido		
	Nivel Leq		Nivel Leq		Nivel Leq		Nivel Leq		Altura
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	H
	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(m)
R1	71,0	71,2	67,8	68,7	41,8	44,7	67,8	68,7	6.33
R2	71,0	71,1	65,4	66,3	58,7	60,4	65,4	66,3	4.90
R3	38,0	41,0	79	67,5	47,2	50,1	79	67,5	4.04
R4	63,8	63,9	49,9	56,9	67,9	68,7	49,9	56,9	5.00


Fuente: SGS Colombia S.A., 2015

❖ Conclusiones


Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los niveles máximos permisibles establecidos en el Artículo 17 de la Resolución 0627 de 2006³⁷¹, se puede afirmar:

- Los niveles de ruido generados por las actividades del Escenario I: Operación de vías existentes, “Nueva Colonia Predio Puerto Bahía Colombia De Urabá”, exceden los 70 dB(A) Diurnos, en nueve (09) de los ciento cincuenta y dos (152) puntos receptores (manzanas) calculados dentro del área de interés.
- Las actividades del Escenario I: Operación de vías existentes, “Nueva Colonia Predio Puerto Bahía Colombia De Urabá”, no generan niveles de presión sonora que, durante una exposición prolongada, puedan llegar a ser perjudiciales para la población habitante para ciento cuarenta y tres (143) de los ciento cincuenta y dos (152) puntos receptores (manzanas) calculados dentro del área de interés, en el horario Diurno.

³⁷¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 627 (abril, 07, 2006). Op cit.

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 532 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Los niveles de ruido generados por las actividades del “Escenario I: Operación de vías existentes, “Nueva Colonia Predio Puerto Bahía Colombia De Urabá”, exceden los 55 dB(A) Nocturnos, en catorce (14) de los ciento cincuenta y dos (152) puntos receptores (manzanas) calculados dentro del área de interés.
- Las actividades del “Escenario I: Operación de vías existentes, “Nueva Colonia Predio Puerto Bahía Colombia De Urabá”, no generan niveles de presión sonora que, durante una exposición prolongada, puedan llegar a ser perjudiciales para la población habitante para ciento treinta y ocho (138) de los ciento cincuenta y dos (152) puntos receptores (manzanas) calculados dentro del área de interés, en el horario Nocturno.
- Los niveles de ruido generados por las actividades del “Escenario II: Operación de vías proyectadas, “Nueva Colonia- Puerto Bahía Colombia De Urabá”, no exceden los 70 dB(A) Diurnos en ninguno de los ciento cincuenta y dos (152) puntos receptores (manzanas) calculados dentro del área de interés.
- Los niveles de ruido generados por las actividades del “Escenario II: Operación de vías proyectadas, “Nueva Colonia- Puerto Bahía Colombia De Urabá”, exceden los 55 dB(A) Nocturnos, en seis (06) de los ciento cincuenta y dos (152) puntos receptores (manzanas) calculados dentro del área de interés.
- Las actividades del “Escenario II: Operación de vías proyectadas, “Nueva Colonia- Puerto Bahía Colombia De Urabá”, no generan niveles de presión sonora que, durante una exposición prolongada, puedan llegar a ser perjudiciales para la población habitante para ciento cuarenta y seis (146) de los ciento cincuenta y dos (152) puntos receptores (manzanas) calculados dentro del área de interés, en el horario Nocturno.
- En el caso de todos los receptores (manzanas) de la Tabla No. 5.120 que se encuentran en color amarillo dentro de las columnas denominadas “Valor de Exceso”, aunque no exceden los niveles máximos permisibles se recomienda realizar monitoreos de ruido una vez se encuentren en operación los tramos correspondientes, con el fin de corroborar los resultados que se presentan en este informe y cumplir con las condiciones ideales de Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (L_{eq}). Lo anterior es debido a los 10 dB de incertidumbre de diferentes variables del modelo (PWL, condiciones climáticas, curvas de nivel, entre otras).

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANULES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 533 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

- Para el Escenario I, las viviendas que resultan con mayor afectación son las que enfrentan las vías en la parte sur del casco urbano, con niveles de presión sonora de hasta 73 dB(A).
- A nivel general, las viviendas que se encuentran más afectadas por las actividades de operación de la vía proyectada desde Nueva Colonia hacia Puerto Bahía Colombia De Urabá (Escenario II), son las que enfrentan la curvatura existente en el inicio del tramo que toma una dirección Nor-occidental con niveles máximos de 62 dB(A).
- Debido a que las predicciones de flujo vehicular en el Estudio de Tránsito no se encuentran discriminadas por jornadas diurna y nocturna, los flujos en términos de veh/h son asumidos como iguales dentro del cálculo. En la realidad, es altamente posible que la mayor actividad vehicular se presente en los horarios diurnos, lo cual afectaría considerablemente el resultado, especialmente en el horario nocturno, generando nivel mucho mas bajos en tal escenario.
- Las significativas diferencias entre los resultados obtenidos de ruido ambiental de los cuatro (4) puntos de monitoreo y los puntos calculados por el modelo para el Escenario I, indica que existen actividades diferentes a las tenidas en cuenta para la modelación (únicamente flujo vehicular); por lo cual no es correcto realizar dicha comparación.
- A partir de la comparación de los niveles de presión sonora se puede concluir que el aporte de energía en el Escenario II no será considerable pues el ruido medido en los puntos 1, 2 y 3 supera a los niveles calculados para los mismos puntos por medio de la modelación acústica, y que si dichas mediciones se tomaran como línea base, al llevar a cabo una suma logarítmica de decibeles, el total se mantendría igual a los niveles medidos, por lo cual el ruido producido por las actividades de operación de las vías proyectadas no influye en dichos puntos.
- Las características topográficas de la zona en general no influyen en el comportamiento de la propagación de las ondas sonoras, pues es una zona plana y no existen mayores diferencias de elevaciones en los sectores evaluados.

Es indispensable anotar que los valores de Nivel de Presión Sonora arrojados por el modelo corresponden a niveles de ruido unicamente asociados a las actividades dentro del Terminal Portuario Puerto Bahía Colombia De Urabá. Esto indica que la

	MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO		
	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Página 534 de 534	
	GAT-391-15-CA-AM-PIO-01	Revisión:	B

realidad acústica de las zonas pobladas puede tener niveles de ruido mucho más elevados, producto de las actividades propias de sus habitantes y ruido ambiental.